



日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2001年 9月25日

出願番号

Application Number:

特願2001-292534

[ ST.10/C ]:

[ JP2001-292534 ]

出願人

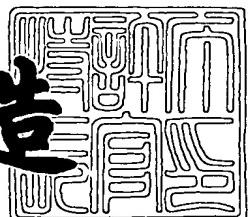
Applicant(s):

光洋精工株式会社

2002年 3月 1日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2002-3011948

【書類名】 特許願  
 【整理番号】 103386  
 【提出日】 平成13年 9月25日  
 【あて先】 特許庁長官殿  
 【国際特許分類】 G01B 7/30  
 G01L 3/10  
 B62D 5/04  
 【発明の名称】 回転角度検出装置、トルク検出装置及び舵取装置  
 【請求項の数】 15  
 【発明者】  
 【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区南船場三丁目5番8号 光洋精工株  
 式会社内  
 【氏名】 古▲高▼ 研一  
 【発明者】  
 【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区南船場三丁目5番8号 光洋精工株  
 式会社内  
 【氏名】 前田 直樹  
 【発明者】  
 【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区南船場三丁目5番8号 光洋精工株  
 式会社内  
 【氏名】 德本 欣智  
 【特許出願人】  
 【識別番号】 000001247  
 【氏名又は名称】 光洋精工株式会社  
 【代理人】  
 【識別番号】 100078868  
 【弁理士】  
 【氏名又は名称】 河野 登夫  
 【電話番号】 06(6944)4141

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001889

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9810581

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 回転角度検出装置、トルク検出装置及び舵取装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 回転体が回転するに従って、第1検出手段が検出信号を出力すべく、1又は複数のターゲットが前記回転体に設けられ、第2検出手段が、前記第1検出手段と位相が異なる検出信号を出力し、前記第1検出手段及び第2検出手段がそれぞれ出力した検出信号に基づき、前記回転体の回転角度を検出すべくなしてあることを特徴とする回転角度検出装置。

【請求項2】 前記ターゲットは、前記回転体の周方向に略等間隔で突設された凸起からなる請求項1記載の回転角度検出装置。

【請求項3】 前記ターゲットは、前記回転体の周方向に略等間隔で非凹部が生ずるように凹設された凹みの間の前記非凹部からなる請求項1記載の回転角度検出装置。

【請求項4】 前記ターゲットは、前記回転体の周方向に略等間隔で磁極が反転するように着磁してある請求項1記載の回転角度検出装置。

【請求項5】 前記ターゲットは、前記回転体の周面に沿って一方向に傾斜して設けてある第1傾斜部と、前記回転体の周面に沿って他方向に傾斜して設けてある第2傾斜部とを有し、前記第1傾斜部及び第2傾斜部は着磁してある請求項1記載の回転角度検出装置。

【請求項6】 前記第1傾斜部及び第2傾斜部は、該両傾斜部の接続点を通るべき前記回転体の軸長方向の直線に関して略線対称の関係を有する請求項5記載の回転角度検出装置。

【請求項7】 前記第1検出手段及び第2検出手段が前回サンプリング時にそれぞれ出力した検出信号の大小、及び前記第1検出手段及び第2検出手段が今回サンプリング時にそれぞれ出力した検出信号の大小を判定する判定手段と、前記検出信号が取るべき最大値及び最小値の略中間値と前記第1検出手段又は第2検出手段が今回サンプリング時に出力した検出信号との大小を判定する判定手段と、前記第1検出手段及び第2検出手段が今回サンプリング時にそれぞれ出力した検出信号が所定範囲内にあるか否かを判定する判定手段とを更に備え、前記各

判定手段の各判定結果に基づき、前記回転体の回転方向の変位角度を検出すべくなしてある請求項1～6の何れかに記載の回転角度検出装置。

【請求項8】 前記各判定手段の各判定結果に基づき、前記第1検出手段及び第2検出手段の何れかの検出手段と該検出手段が出力すべき検出信号値の増加中及び減少中の何れかの状態とを選択する選択手段を更に備え、該選択手段が前回サンプリング時に選択した検出手段及び検出信号値の状態と、該検出手段が前回サンプリング時及び今回サンプリング時にそれぞれ出力した検出信号とに基づき、前記回転体の回転方向の変位角度を検出すべくなしてある請求項7記載の回転角度検出装置。

【請求項9】 請求項1～8の何れかに記載された回転角度検出装置を、連結軸により連結された第1軸及び第2軸にそれぞれ備え、前記回転角度検出装置がそれぞれ備える第1検出手段又は第2検出手段が出力した検出信号の、前記連結軸に生じた振れによる差に基づき、前記第1軸に加わるトルクを検出すべくなしてあることを特徴とするトルク検出装置。

【請求項10】 前記第1検出手段がそれぞれ出力した検出信号の差、及び前記第2検出手段がそれぞれ出力した検出信号の差のそれぞれの符号を判定する符号判定手段と、該符号判定手段が各差の符号を同一に判定したときに、前記第1軸側の第1検出手段及び第2検出手段がそれぞれ出力した検出信号の大小を比較する第1比較手段とを更に備え、該第1比較手段の比較結果に基づき、前記第1軸に加わるトルクを検出すべくなしてある請求項9記載のトルク検出装置。

【請求項11】 前記符号判定手段が各差の符号を異なるように判定したときに、前記各検出信号が取るべき最大値及び最小値の略中間値と前記第1軸側の第1検出手段及び第2検出手段がそれぞれ出力した検出信号との大小を比較する第2比較手段を更に備え、該第2比較手段の比較結果に基づき、前記第1軸に加わるトルクを検出すべくなしてある請求項10記載のトルク検出装置。

【請求項12】 前記第1検出手段がそれぞれ出力した検出信号の少なくとも1つが所定範囲外にあるか否かを判定する第1判定手段と、前記第2検出手段がそれ出力した検出信号の少なくとも1つが所定範囲外にあるか否かを判定する第2判定手段と、前記第1検出手段がそれ出力した検出信号の差の絶対

値、及び前記第2検出手段がそれぞれ出力した検出信号の差の絶対値の大小を比較する第3比較手段とを更に備え、前記第2比較手段の比較結果、前記第1判定手段の判定結果、前記第2判定手段の判定結果及び前記第3比較手段の比較結果に基づき、前記第1軸に加わるトルクを検出すべくなしてある請求項11記載のトルク検出装置。

**【請求項13】**

前記第1検出手段の対及び前記第2検出手段の対がそれぞれ出力した検出信号の異常を検出する異常検出手段と、該異常検出手段が前記検出信号内の1つの異常を検出したときに、異常な検出信号を出力した検出手段を含む前記対の各検出手段が出力した検出信号の差を0とする手段とを備え、異常な検出信号が1つであるときは、該検出信号を使用することなく、前記第1軸に加わるトルクを検出すべくなしてある請求項9～12の何れかに記載のトルク検出装置。

**【請求項14】** 前記第1検出手段及び第2検出手段がそれぞれ出力した各検出信号、及び予め設定され、前記第1検出手段及び第2検出手段がそれぞれ出力した各検出信号に応じて出力すべき各検出信号を対応させて記憶してある各記憶手段と、前記第1検出手段及び第2検出手段がそれぞれ出力した検出信号と前記各記憶手段が記憶してある内容とに基づき、前記出力すべき各検出信号を出力する手段とを備え、該手段が出力した各検出信号を、前記第1検出手段及び第2検出手段がそれぞれ出力した各検出信号とすべくなしてある請求項9～13の何れかに記載のトルク検出装置。

**【請求項15】** 操舵輪に連結された第1軸と、舵取機構に連結された第2軸と、前記第1軸及び第2軸を連結する連結軸と、前記第1軸に加わる操舵トルクを、前記連結軸に生じる捩れ角度に基づき検出する請求項9～14の何れかに記載されたトルク検出装置とを備え、該トルク検出装置が検出した操舵トルクに応じて操舵補助すべくなしてあることを特徴とする舵取装置。

**【発明の詳細な説明】**

**【0001】**

**【発明の属する技術分野】**

本発明は、回転体が回転するに従って、第1検出手段が検出信号を出力すべく

、1又は複数のターゲットが回転体に設けられ、第2検出手段が、第1検出手段と位相が異なる検出信号を出力し、第1検出手段及び第2検出手段がそれぞれ出力した検出信号に基づき、回転体の回転角度を検出する回転角度検出装置、第1軸と第2軸とを連結する連結軸に生じる捩れ角度によって第1軸に加わるトルクを検出するトルク検出装置、及びこのトルク検出装置の検出結果に基づいて操舵補助力を発生させる舵取装置に関するものである。

#### 【0002】

##### 【従来の技術】

自動車用の舵取装置に電動モータを駆動して操舵補助を行ない、運転者の負担を軽減するものがある。これは、操舵輪（ステアリングホイール）に繋がる入力軸と、ピニオン及びラック等により操向車輪に繋がる出力軸と、入力軸及び出力軸を連結する連結軸とを備え、連結軸に生じる捩れ角度によって、トルク検出装置が入力軸に加わる操舵トルクを検出し、トルク検出装置が検出した操舵トルクに基づき、出力軸に連動する操舵補助用の電動モータを駆動制御するものである。

#### 【0003】

図18は、本出願人が、平成11年特許第100665号において提案してあるトルクセンサ（トルク検出装置）の要部構成例を示す原理図である。このトルク検出装置は、舵取装置に使用した場合を示しており、上端部にステアリングホイール1（操舵輪）が連結され、下端部にトーションバー25が連結されたステアリングシャフト（操舵軸）の上部軸21（第1軸）の中間部の周面に沿わせて螺旋状に、磁性材からなる突起物22を設けてある。また、上部軸21が回転したときに、上部軸21の軸方向に移動する磁性材からなる突起物22の位置を検出する為に、磁気センサ1a（磁気抵抗効果素子）が上部軸21と適当な隙間を空けて平行に設けられ、車体の動かない部位に固定されている。

#### 【0004】

ステアリングシャフトの下部軸23（第2軸）は、上端部がトーションバー25に連結され、下端部がピニオン26に連結されている。上部軸21と同様に、下部軸23の中間部の周面に沿わせて螺旋状に、磁性材からなる突起物24を設

けてある。また、下部軸23が回転したときに、下部軸23の軸方向に移動する磁性材からなる突起物24の位置を検出する為に、磁気センサ2a（磁気抵抗効果素子）が下部軸23と適当な隙間を空けて平行に設けられ、車体の動かない部位に固定されている。

## 【0005】

磁気センサ1a及び2aは、それぞれ例えば、2つの磁気抵抗からなる分圧回路と、ステアリングシャフトに面しない側に設けられたバイアス用磁石とを備えている。バイアス用磁石は、磁性材からなる突起物22及び24による磁界の変化を大きくして、磁気センサ1a及び2aの感度を高める為に、ステアリングシャフト表面の磁界を強化する。

## 【0006】

磁気センサ1aの出力電圧は減算回路27に与えられ、磁気センサ2aの出力電圧は減算回路27とアンプ29とに与えられる。アンプ29の出力電圧は、下部軸23、磁性材からなる突起物24及び磁気センサ2aからなる回転角度検出装置が検出した、ステアリングシャフトの回転角度（舵角）を示す信号として出力される。

減算回路27の出力電圧はアンプ28に与えられ、アンプ28の出力電圧は、トルク検出装置が検出した、ステアリングホイール1に加えられた操舵トルクを示す信号として出力される。

## 【0007】

このような構成のトルク検出装置は、上部軸21及び下部軸23が、 $0 \leq \theta < 360^\circ$  の範囲で回転するのに応じて、磁気センサ1a及び2aの検出面に最近接する磁性材からなる突起物22及び24が、上部軸21及び下部軸23の軸方向に移動する。磁性材からなる突起物22及び24は、上部軸21及び下部軸23の周面に沿わせて螺旋状に設けてあるので、磁気センサ1a及び2aの検出面に最近接する磁性材からなる突起物22及び24の、上部軸21及び下部軸23の軸方向の位置と、上部軸21及び下部軸23の回転角度とを対応させることが出来る。

## 【0008】

例えば、磁気センサ1a及び2aの出力電圧と、上部軸21及び下部軸23の回転角度（舵角）とが同様の直線的な関係になるように設定しておき、上部軸21及び下部軸23を複数回回転させれば、磁気センサ1a及び2aの各出力は、 $360^\circ$ 周期の電圧波形を示し、磁気センサ1a及び2aの各出力電圧により、それぞれ上部軸21及び下部軸23の各回転角度を検出することが出来る。

## 【0009】

ここで、ステアリングホイール1に操舵トルクが加えられ、トーションバー25に捩じれ角度が生じていれば、磁気センサ1a及び2aの各出力電圧は、その捩じれ角度に応じた電圧差が生じるので、その電圧差を減算回路27により算出することにより、その捩じれ角度が求まり、その操舵トルクを示す信号を、アンプ28から出力することが出来る。

また、下部軸23、磁性材からなる突起物24及び磁気センサ2aからなる回転角度検出装置が検出した、ステアリングシャフトの回転角度（舵角）を示す信号を、アンプ29から出力することが出来る。

## 【0010】

ところが、上部軸21及び下部軸23の外周に並設された突起物22及び24（ターゲット）は、軸長方向に対して略等角度傾斜する部分螺旋の形態をしており、周方向の並設数に対応する不連続部が存在する。従って、これらに対向配置された磁気センサ1a及び2aの各出力には、前記不連続部に対応する非線形な変化領域が出現し、この領域内での回転角の検出が不確かになるという問題がある。そこで、上部軸21及び下部軸23の2組の回転角検出装置の夫々に、対応するターゲットの周方向に位相をずらせて各2つの磁気センサを配置し、これらを選択的に切換えて使用することにより、全周に亘って安定した回転角度及び回転トルクの検出が行えるようにしている。

## 【0011】

図21は、前記2つの磁気センサの出力電圧の変化態様の一例を示す説明図である。図の横軸は、検出対象となる回転軸の回転角度であり、図中の実線は、一方の磁気センサの出力電圧を、同じく破線は、他方の磁気センサの出力電圧を夫々示している。図示の如く磁気センサの出力電圧は、前記回転軸が $360^\circ/N$ （

$N$ はターゲットの並設数)だけ回転する間を一周期とし、各ターゲットが通過する間の線形に変化する領域と、ターゲット間の不連続部が通過する間の非線形に変化する領域とを繰り返す変化態様を示す。

## 【0012】

前記2つの磁気センサの取り付け位置は、前記出力電圧の略半周期に相当する角度分のずれを有して定めてある。この結果、図21に示す如く、一方の磁気センサの出力電圧の非線形変化領域は、他方の磁気センサの出力電圧の線形変化領域に含まれる。従って、両磁気センサの切換えにより、回転角度の変化に線形に対応する出力が得られる線形化領域のみを利用することができ、高精度での回転角度及び回転トルクの検出が行える。

## 【0013】

## 【発明が解決しようとする課題】

図18において説明したようなトルク検出装置では、磁気センサ1a及び2aの各出力電圧は、磁性材からなる突起物22及び24のそれぞれの始端と終端との間の切れ目においては、図19(a)に示すように、その特性が崩れて非線形となり、回転角度検出及びトルク検出には使用出来ないだれ部分が生じるという問題があった。

その為、従来は、上述したように、複数の磁気センサを用い、図19(b)に示すように、その各出力電圧に位相のずれを与えて、だれ部分の出力電圧を補正(補間)する方法が知られている。

## 【0014】

また、例えば、図19(c)に示すように、2つの磁気センサの出力電圧に $180^\circ$ の位相のずれを与え、更に一方の出力電圧を反転させて、2つの出力電圧を比較することにより、絶対角度を検出する方法がある。

しかし、これらは、2つの磁気センサの出力電圧の交点の精度管理が困難であり、例えば、2つの磁気センサの出力電圧を10ビット精度で扱う場合には、この交点の出力電圧の精度も0.1%以上が要求され、製造時の磁気センサの出力電圧の精度管理が難しいという問題がある。

また、上述したようなトルク検出装置を車両の舵取装置に使用した場合、トル

ク検出装置が故障（信号線の断線等）すると、逆アシストになる虞もあり、即時にトルク検出を停止する必要があるが、即時にトルク検出を停止してアシストトルクを急に0とすることにも問題がある。

## 【0015】

また、ターゲットの周方向に2つの磁気センサを配置したトルク検出装置においては、図21に示す如く得られる出力電圧に基づいて、何れの磁気センサの出力を回転トルクの算出に用いるかを選択する必要がある。従来、この選択は、図21に示す如く、上下のしきい値電圧 $V_{S1}$ 及び $V_{S2}$ を予め設定しておき、使用中の磁気センサの出力電圧が、しきい値電圧 $V_{S1}$ を上回ったとき、又はしきい値電圧 $V_{S2}$ を下回ったとき、他方の磁気センサに切換える手順により行われている。

## 【0016】

ところが、磁気センサとして用いる磁気センサの出力特性は不变ではなく、特に、周辺温度の影響により大きく変化することが知られており、前述した選択により良好な切換えが行えない場合があった。図20は、従来の選択手順の問題点の説明図であり、一つの磁気センサの出力電圧の変化態様が略示されている。

## 【0017】

周辺温度の影響による出力特性の変化は、線形変化領域での出力電圧の変化率（傾き）の増減として現出する。図20（a）は、変化率が増大した状態を、図20（b）は、変化率が減少した状態を夫々示している。

## 【0018】

従来の選択に用いる上下のしきい値電圧 $V_{S1}$ 及び $V_{S2}$ は、標準的な出力特性に対して設定されたものであり、図20（a）の状態において前記しきい値電圧 $V_{S1}$ 及び $V_{S2}$ を用いた場合、図中にハッチングを施して示すように、線形変化領域の両端部が広幅に亘って切捨てられることとなり、他方の磁気センサへの切換えが、該磁気センサの出力が非線形変化領域にある間になされ、切換えの直後に算出される回転トルクの精度が低下するという問題がある。また、図20（b）の状態においては、図示の如く、実際の出力電圧の最大値及び最小値が前記しきい値電圧 $V_{S1}$ 及び $V_{S2}$ に達せず、他方の磁気センサへの切換えが行われない虞れさえある。

【0019】

このような問題は、選択切換え用のしきい値電圧を周辺温度に応じて増減させることにより緩和されるが、このためには磁気センサ周辺の温度測定が必要となり、制御系の構成が複雑となる上、磁気センサの出力特性の変化は、周辺温度の影響によってのみ生じるものではなく、更に複数用いられる磁気センサ夫々について出力特性が異なることから、線形変化領域内の有効な出力を発している磁気センサの選択が確実に行われるとは限らない。

【0020】

本発明は、上述したような事情に鑑みてなされたものであり、

第1～8発明では、検出手段の検出信号の特性にだれ部分が存在しても、回転角度検出が可能であり、製造時の検出手段の検出信号の精度管理が容易な回転角度検出装置を提供することを目的とする。

第9～12、14発明では、検出手段の検出信号の特性にだれ部分が存在しても、トルク検出が可能であり、製造時の検出手段の検出信号の精度管理が容易なトルク検出装置を提供することを目的とする。

【0021】

第13発明では、故障時にもトルク検出を停止しないトルク検出装置を提供することを目的とする。

【0022】

第15発明では、トルク検出装置の検出手段の検出信号の特性にだれ部分が存在しても、トルク検出が可能であり、トルク検出装置の製造時の検出手段の検出信号の精度管理が容易な舵取装置を提供することを目的とする。

【0023】

【課題を解決するための手段】

第1発明に係る回転角度検出装置は、回転体が回転するに従って、第1検出手段が検出信号を出力すべく、1又は複数のターゲットが前記回転体に設けられ、第2検出手段が、前記第1検出手段と位相が異なる検出信号を出力し、前記第1検出手段及び第2検出手段がそれぞれ出力した検出信号に基づき、前記回転体の回転角度を検出すべくなしてあることを特徴とする。

【0024】

この回転角度検出装置では、回転体が回転するに従って、第1検出手段が検出信号を出力すべく、1又は複数のターゲットが回転体に設けられ、第2検出手段が、第1検出手段と位相が異なる検出信号を出力する。第1検出手段及び第2検出手段がそれぞれ出力した検出信号に基づき、回転体の回転角度を検出する。

これにより、検出手段の検出信号の特性にだれ部分が存在しても、回転角度検出が可能であり、製造時の検出手段の検出信号の精度管理が容易な回転角度検出装置を実現することが出来る。

【0025】

第2発明に係る回転角度検出装置は、前記ターゲットは、前記回転体の周方向に略等間隔で突設された凸起からなることを特徴とする。

【0026】

この回転角度検出装置では、ターゲットは、回転体の周方向に略等間隔で突設された凸起からなるので、検出手段の検出信号の特性にだれ部分が存在しても、回転角度検出が可能であり、製造時の検出手段の検出信号の精度管理が容易な回転角度検出装置を実現することが出来る。

【0027】

第3発明に係る回転角度検出装置は、前記ターゲットは、前記回転体の周方向に略等間隔で非凹部が生ずるように凹設された凹みの間の前記非凹部からなることを特徴とする。

【0028】

この回転角度検出装置では、ターゲットは、回転体の周方向に略等間隔で非凹部が生ずるように凹設された凹みの間の非凹部からなるので、検出手段の検出信号の特性にだれ部分が存在しても、回転角度検出が可能であり、製造時の検出手段の検出信号の精度管理が容易な回転角度検出装置を実現することが出来る。

【0029】

第4発明に係る回転角度検出装置は、前記ターゲットは、前記回転体の周方向に略等間隔で磁極が反転するように着磁してあることを特徴とする。

【0030】

この回転角度検出装置では、ターゲットは、回転体の周方向に略等間隔で磁極が反転するように着磁してあるので、検出手段の検出信号の特性にだれ部分が存在しても、回転角度検出が可能であり、製造時の検出手段の検出信号の精度管理が容易な回転角度検出装置を実現することが出来る。

## 【0031】

第5発明に係る回転角度検出装置は、前記ターゲットは、前記回転体の周面に沿って一方向に傾斜して設けてある第1傾斜部と、前記回転体の周面に沿って他方向に傾斜して設けてある第2傾斜部とを有し、前記第1傾斜部及び第2傾斜部は着磁してあることを特徴とする。

## 【0032】

この回転角度検出装置では、ターゲットは、回転体の周面に沿って一方向に傾斜して設けてある第1傾斜部と、回転体の周面に沿って他方向に傾斜して設けてある第2傾斜部とを有し、第1傾斜部及び第2傾斜部は着磁してあるので、検出手段の検出信号の特性にだれ部分が存在しても、回転角度検出が可能であり、製造時の検出手段の検出信号の精度管理が容易な回転角度検出装置を実現することが出来る。

## 【0033】

第6発明に係る回転角度検出装置は、前記第1傾斜部及び第2傾斜部は、該両傾斜部の接続点を通るべき前記回転体の軸長方向の直線に関して略線対称の関係を有することを特徴とする。

## 【0034】

この回転角度検出装置では、第1傾斜部及び第2傾斜部は、両傾斜部の接続点を通るべき回転体の軸長方向の直線に関して略線対称の関係を有するので、検出手段の検出信号の特性にだれ部分が存在しても、回転角度検出が可能であり、製造時の検出手段の検出信号の精度管理が容易な回転角度検出装置を実現することが出来る。

## 【0035】

第7発明に係る回転角度検出装置は、前記第1検出手段及び第2検出手段が前回サンプリング時にそれぞれ出力した検出信号の大小、及び前記第1検出手段及

び第2検出手段が今回サンプリング時にそれぞれ出力した検出信号の大小を判定する判定手段と、前記検出信号が取るべき最大値及び最小値の略中間値と前記第1検出手段又は第2検出手段が今回サンプリング時に出力した検出信号との大小を判定する判定手段と、前記第1検出手段及び第2検出手段が今回サンプリング時にそれぞれ出力した検出信号が所定範囲内にあるか否かを判定する判定手段とを更に備え、前記各判定手段の各判定結果に基づき、前記回転体の回転方向の変位角度を検出すべくなしてあることを特徴とする。

## 【0036】

この回転角度検出装置では、判定手段が、第1検出手段及び第2検出手段が前回サンプリング時にそれぞれ出力した検出信号の大小、及び第1検出手段及び第2検出手段が今回サンプリング時にそれぞれ出力した検出信号の大小を判定し、他の判定手段が、検出信号が取るべき最大値及び最小値の略中間値と第1検出手段又は第2検出手段が今回サンプリング時に出力した検出信号との大小を判定する。また、他の判定手段が、第1検出手段及び第2検出手段が今回サンプリング時にそれぞれ出力した検出信号が所定範囲内にあるか否かを判定し、各判定手段の各判定結果に基づき、回転体の回転方向の変位角度を検出する。

これにより、検出手段の検出信号の特性にだれ部分が存在しても、回転角度検出が可能であり、製造時の検出手段の検出信号の精度管理が容易な回転角度検出装置を実現することが出来る。

## 【0037】

第8発明に係る回転角度検出装置は、前記各判定手段の各判定結果に基づき、前記第1検出手段及び第2検出手段の何れかの検出手段と該検出手段が出力すべき検出信号値の増加中及び減少中の何れかの状態とを選択する選択手段を更に備え、該選択手段が前回サンプリング時に選択した検出手段及び検出信号値の状態と、該検出手段が前回サンプリング時及び今回サンプリング時にそれぞれ出力した検出信号とにに基づき、前記回転体の回転方向の変位角度を検出すべくなしてあることを特徴とする。

## 【0038】

この回転角度検出装置では、各判定手段の各判定結果に基づき、選択手段が、

第1検出手段及び第2検出手段の何れかの検出手手段とその検出手手段が出力すべき検出信号値の増加中及び減少中の何れかの状態とを選択し、選択手段が前回サンプリング時に選択した検出手手段及び検出信号値の状態と、検出手手段が前回サンプリング時及び今回サンプリング時にそれぞれ出力した検出信号とに基づき、回転体の回転方向の変位角度を検出する。

これにより、検出手手段の検出信号の特性にだれ部分が存在しても、回転角度検出が可能であり、製造時の検出手手段の検出信号の精度管理が容易な回転角度検出装置を実現することが出来る。

#### 【0039】

第9発明に係るトルク検出装置は、請求項1～8の何れかに記載された回転角度検出装置を、連結軸により連結された第1軸及び第2軸にそれぞれ備え、前記回転角度検出装置がそれぞれ備える第1検出手手段又は第2検出手手段が出力した検出信号の、前記連結軸に生じた振れによる差に基づき、前記第1軸に加わるトルクを検出すべくなしてあることを特徴とする。

#### 【0040】

このトルク検出装置では、連結軸により連結された第1軸及び第2軸が、請求項1～8の何れかに記載された回転角度検出装置をそれぞれ備え、回転角度検出装置がそれぞれ備える第1検出手手段又は第2検出手手段が出力した検出信号の、連結軸に生じた振れによる差に基づき、第1軸に加わるトルクを検出するので、検出手手段の検出信号の特性にだれ部分が存在しても、トルク検出が可能であり、製造時の検出手手段の検出信号の精度管理が容易なトルク検出装置を実現することが出来る。

#### 【0041】

第10発明に係るトルク検出装置は、前記第1検出手手段がそれぞれ出力した検出信号の差、及び前記第2検出手手段がそれぞれ出力した検出信号の差のそれぞれの符号を判定する符号判定手段と、該符号判定手段が各差の符号を同一に判定したときに、前記第1軸側の第1検出手手段及び第2検出手手段がそれぞれ出力した検出信号の大小を比較する第1比較手段とを更に備え、該第1比較手段の比較結果に基づき、前記第1軸に加わるトルクを検出すべくなしてあることを特徴とする

## 【0042】

このトルク検出装置では、符号判定手段が、第1検出手段がそれぞれ出力した検出信号の差、及び第2検出手段がそれぞれ出力した検出信号の差のそれぞれの符号を判定し、第1比較手段が、符号判定手段が各差の符号を同一に判定したときに、第1軸側の第1検出手段及び第2検出手段がそれぞれ出力した検出信号の大小を比較し、第1比較手段の比較結果に基づき、第1軸に加わるトルクを検出する。

これにより、検出手段の検出信号の特性にだれ部分が存在しても、トルク検出が可能であり、製造時の検出手段の検出信号の精度管理が容易なトルク検出装置を実現することが出来る。

## 【0043】

第11発明に係るトルク検出装置は、前記符号判定手段が各差の符号を異なるように判定したときに、前記各検出信号が取るべき最大値及び最小値の略中間値と前記第1軸側の第1検出手段及び第2検出手段がそれぞれ出力した検出信号との大小を比較する第2比較手段を更に備え、該第2比較手段の比較結果に基づき、前記第1軸に加わるトルクを検出すべくなしてあることを特徴とする。

## 【0044】

このトルク検出装置では、符号判定手段が各差の符号を異なるように判定したときに、第2比較手段が、各検出信号が取るべき最大値及び最小値の略中間値と第1軸側の第1検出手段及び第2検出手段がそれぞれ出力した検出信号との大小を比較し、第2比較手段の比較結果に基づき、第1軸に加わるトルクを検出するので、検出手段の検出信号の特性にだれ部分が存在しても、トルク検出が可能であり、製造時の検出手段の検出信号の精度管理が容易なトルク検出装置を実現することが出来る。

## 【0045】

第12発明に係るトルク検出装置は、前記第1検出手段がそれぞれ出力した検出信号の少なくとも1つが所定範囲外にあるか否かを判定する第1判定手段と、前記第2検出手段がそれぞれ出力した検出信号の少なくとも1つが所定範囲外に

あるか否かを判定する第2判定手段と、前記第1検出手段がそれぞれ出力した検出信号の差の絶対値、及び前記第2検出手段がそれぞれ出力した検出信号の差の絶対値の大小を比較する第3比較手段とを更に備え、前記第2比較手段の比較結果、前記第1判定手段の判定結果、前記第2判定手段の判定結果及び前記第3比較手段の比較結果に基づき、前記第1軸に加わるトルクを検出すべくなしてあることを特徴とする。

## 【0046】

このトルク検出装置では、第1判定手段が、第1検出手段がそれぞれ出力した検出信号の少なくとも1つが所定範囲外にあるか否かを判定し、第2判定手段が、第2検出手段がそれぞれ出力した検出信号の少なくとも1つが所定範囲外にあるか否かを判定する。第3比較手段が、第1検出手段がそれぞれ出力した検出信号の差の絶対値、及び前記第2検出手段がそれぞれ出力した検出信号の差の絶対値の大小を比較し、第2比較手段の比較結果、第1判定手段の判定結果、第2判定手段の判定結果及び第3比較手段の比較結果に基づき、第1軸に加わるトルクを検出する。

これにより、検出手段の検出信号の特性にだれ部分が存在しても、トルク検出が可能であり、製造時の検出手段の検出信号の精度管理が容易なトルク検出装置を実現することが出来る。

## 【0047】

第13発明に係るトルク検出装置は、前記第1検出手段の対及び前記第2検出手段の対がそれぞれ出力した検出信号の異常を検出する異常検出手段と、該異常検出手段が前記検出信号の内の1つの異常を検出したときに、異常な検出信号を出力した検出手段を含む前記対の各検出手段が出力した検出信号の差を0とする手段とを備え、異常な検出信号が1つであるときは、該検出信号を使用することなく、前記第1軸に加わるトルクを検出すべくなしてあることを特徴とする。

## 【0048】

このトルク検出装置では、異常検出手段が、第1検出手段の対及び第2検出手段の対がそれぞれ出力した検出信号の異常を検出し、0とする手段が、異常検出手段が検出信号の内の1つの異常を検出したときに、異常な検出信号を出力した

検出手段を含む対の各検出手段が出力した検出信号の差を0とし、異常な検出信号が1つであるときは、その検出信号を使用することなく、第1軸に加わるトルクを検出する。

これにより、故障時にもトルク検出を停止しないトルク検出装置を実現することが出来る。

#### 【0049】

第14発明に係るトルク検出装置は、前記第1検出手段及び第2検出手段がそれぞれ出力した各検出信号、及び予め設定され、前記第1検出手段及び第2検出手段がそれぞれ出力した各検出信号に応じて出力すべき各検出信号を対応させて記憶してある各記憶手段と、前記第1検出手段及び第2検出手段がそれぞれ出力した検出信号と前記各記憶手段が記憶してある内容に基づき、前記出力すべき各検出信号を出力する手段とを備え、該手段が出力した各検出信号を、前記第1検出手段及び第2検出手段がそれぞれ出力した各検出信号とすべくなしてあることを特徴とする。

#### 【0050】

このトルク検出装置では、各記憶手段が、第1検出手段及び第2検出手段がそれぞれ出力した各検出信号、及び予め設定され、第1検出手段及び第2検出手段がそれぞれ出力した各検出信号に応じて出力すべき各検出信号を対応させて記憶してある。出力する手段が、第1検出手段及び第2検出手段がそれぞれ出力した検出信号と各記憶手段が記憶してある内容に基づき、出力すべき各検出信号を出力し、出力する手段が出力した各検出信号を、第1検出手段及び第2検出手段がそれぞれ出力した各検出信号とする。

これにより、検出手段の検出信号の特性にだれ部分が存在しても、トルク検出が可能であり、製造時の検出手段の検出信号の精度管理が容易なトルク検出装置を実現することが出来る。

#### 【0051】

第15発明に係る舵取装置は、操舵輪に連結された第1軸と、舵取機構に連結された第2軸と、前記第1軸及び第2軸を連結する連結軸と、前記第1軸に加わる操舵トルクを、前記連結軸に生じる捩れ角度に基づき検出する請求項9～14

の何れかに記載されたトルク検出装置とを備え、該トルク検出装置が検出した操舵トルクに応じて操舵補助すべくなしてあることを特徴とする。

## 【0052】

この舵取装置では、第1軸が、操舵輪に連結され、第2軸が、舵取機構に連結され、連結軸が、第1軸及び第2軸を連結する。請求項9～14の何れかに記載されたトルク検出装置が、第1軸に加わる操舵トルクを、連結軸に生じる捩れ角度に基づき検出し、トルク検出装置が検出した操舵トルクに応じて操舵補助する。

これにより、トルク検出装置の検出手段の検出信号の特性にだれ部分が存在しても、トルク検出が可能であり、トルク検出装置の製造時の検出手段の検出信号の精度管理が容易な舵取装置を実現することが出来る。

## 【0053】

## 【発明の実施の形態】

以下に、本発明をその実施の形態を示す図面に基づいて説明する。

実施の形態1.

図1は、本発明に係る回転角度検出装置、トルク検出装置及び舵取装置の実施の形態1の構成を模式的に示す模式図である。この回転角度検出装置及びトルク検出装置は、自動車の舵取装置に適用しており、上端を操舵輪1（ステアリングホイール）に連結された入力軸16（第1軸）と、下端を舵取機構のピニオン18に連結された出力軸17（第2軸）とを、細径のトーションバー19（連結軸）を介して同軸上に連結し、前記操舵輪1と舵取機構とを連絡する操舵軸13が構成されており、前記入力軸16及び出力軸17の連結部近傍は以下のように構成されている。

## 【0054】

入力軸16には、出力軸17との連結側端部近傍に、円板形をなすターゲット板12（回転体）が同軸上に外嵌固定されており、ターゲット板12の外周面には、磁性体製の凸起であるターゲット3が、例えば36個、周方向に等間隔で突設されている。

このターゲット3は、インボリュート歯形を有する平歯車の歯からなり、環状

の平歯車がターゲット板12及びターゲット3を構成している。

#### 【0055】

上述したのと同様のターゲット3を備えたターゲット板12が、出力軸17の入力軸16との連結側端部近傍にも外嵌固定されており、出力軸17側のターゲット板12の各ターゲット3と、入力軸16側のターゲット板12の各ターゲット3とは周方向に整合されて並設されている。

尚、前記歯は、入力軸16、出力軸17を磁性体製とし、入力軸16、出力軸17の周面を歯切り加工することにより形成されてもよい。

#### 【0056】

両ターゲット板12の外側には、それぞれの外周のターゲット3の外縁を臨むようにセンサボックス11が配設されている。センサボックス11は、入力軸16及び出力軸17を支承するハウジング等の動かない部位に固定支持されている。センサボックス11の内部には、入力軸16側のターゲット3の周方向に異なる部位に対向する磁気センサ1A、1B（第1検出手段、第2検出手段）と、出力軸17側のターゲット3の周方向に異なる部位に対向する磁気センサ2A、2B（第1検出手段、第2検出手段）とが、周方向位置を正しく合わせて収納されている。

#### 【0057】

磁気センサ1A、2A、1B、2Bは、磁気抵抗効果素子（MR素子）等、磁界の作用により電気的特性（抵抗）が変化する特性を有する素子を用い、対向するターゲット3の近接する部位に応じて検出信号が変わるように構成されたセンサであり、これらの検出信号は、センサボックス11外部又は内部のマイクロプロセッサを用いてなる演算処理部4に与えられている。

磁気センサ1A、2A、1B、2Bは、各ターゲット3の通過に応じて三角波又はサイン波に近似した検出信号を出力する。この検出信号は、上昇から下降に又は下降から上昇に転換する付近で非線形的な変化率が最大となるが、以下の信号処理方法により補間することが出来る。

#### 【0058】

以下に、このような構成の回転角度検出装置及びトルク検出装置の動作を説明

する。

各磁気センサ 1 A, 1 B (2 A, 2 B) は、対応するターゲット 3 がそれぞれとの対向位置を通過する間、図 5 に示すように、入力軸 1 6 (出力軸 1 7) の回転角度の変化に応じて、上昇し下降する検出信号 (A, B により表示) を出力する。

#### 【0059】

磁気センサ 1 A, 1 B の検出信号は、これらに対応するターゲット 3 が設けられた入力軸 1 6 の回転角度に対応するものとなり、磁気センサ 2 A, 2 B の検出信号は、これらが対向するターゲット 3 が設けられた出力軸 1 7 の回転角度に対応するものとなる。

従って、演算処理部 4 は、磁気センサ 1 A, 1 B の検出信号から入力軸 1 6 の回転角度を算出することができ、演算処理部 4 及び磁気センサ 1 A, 1 B は入力軸 1 6 の回転角度検出装置として作動する。また、演算処理部 4 は、磁気センサ 2 A, 2 B の検出信号から出力軸 1 7 の回転角度を算出することができ、演算処理部 4 及び磁気センサ 2 A, 2 B は出力軸 1 7 の回転角度検出装置として作動する。

#### 【0060】

入力軸 1 6 に回転トルクが加わった場合、磁気センサ 1 A, 1 B の各検出信号と磁気センサ 2 A, 2 B の各検出信号とには差が生じる。

磁気センサ 1 A, 2 A と磁気センサ 1 B, 2 B とは、ターゲット板 1 2 の周方向に、例えば電気角  $90^\circ$  位相が異なっている。それぞれの検出信号は、上昇及び下降の転換点である極大値及び極小値で非線形的な変化率が最大となるが、位相が異なっている為、相互に補間させることが出来る。尚、補間が可能であれば、異なる位相角度は電気角  $1^\circ \sim 360^\circ$  未満の何れでも良い。

#### 【0061】

ここで、磁気センサ 1 A の検出信号と磁気センサ 2 A の検出信号との差、又は磁気センサ 1 B の検出信号と磁気センサ 2 B の検出信号との差は、入力軸 1 6 と出力軸 1 7 との回転角度の差 (相対角変位) に対応するものとなる。この相対角変位は、入力軸 1 6 に加わる回転トルクの作用下において、入力軸 1 6 と出力軸

17とを連結するトーションバー19に生じる捩れ角度に対応する。従って、前述した検出信号の差に基づいて入力軸16に加わる回転トルクを算出することができる。

#### 【0062】

以下に、この回転角度検出装置及びトルク検出装置の回転角度検出（舵角演算）時の動作を、それを示す図2～4のフローチャートを参照しながら説明する。

但し、磁気センサ1A, 2Aと磁気センサ1B, 2Bとの位相のずれは電気角90°とする。

この回転角度検出装置の演算処理部4は、先ず、前回サンプリング時の磁気センサ1Aの検出信号Aが磁気センサ1Bの検出信号Bより大きく、かつ今回サンプリング時の検出信号Aが検出信号B以下であるか否かを判定する（S1）。

#### 【0063】

これは、サンプリング周期及び操舵速度（舵角の変位速度）から考えて、図5において、検出信号A, Bの領域dから領域eへの変化又は領域aから領域hへの変化を検出する為のステップである。

但し、図5において、操舵輪1の右回転方向を正方向とし、所定の下限閾値から上限閾値迄を、検出信号A, Bが非極値付近（第1傾斜部15a及び第2傾斜部15bの各接続部付近の検出信号が極値付近となる）である範囲の目安とする

#### 【0064】

演算処理部4は、前回サンプリング時の検出信号Aが検出信号Bより大きく、かつ今回サンプリング時の検出信号Aが検出信号B以下（図5において、検出信号A, Bが領域e又は領域hにあることを示す）であれば（S1）、今回サンプリング時の検出信号A又は検出信号Bが、図5に示すような、検出信号A, Bが取り得る値の中間値（中点）より大きいか否かを判定する（S5）。

これにより、検出信号A, Bが、図5において、領域e及び領域hの何れにあるかを判定する。

#### 【0065】

演算処理部4は、今回サンプリング時の検出信号A又は検出信号Bが、中点よ

り大きい（図5において、検出信号A、Bが領域eにあり、検出信号Aが上限閾値以下であることを示す）ときは（S5）、今回サンプリング時の選択センサを磁気センサ1Aとし、図5に示すような検出信号Aの内、右下がり（減少中）部分を出力中「A-」とする（S6）。

## 【0066】

演算処理部4は、今回サンプリング時の検出信号A又は検出信号Bが、中点より大きくなれば（図5において、検出信号A、Bが領域hにあり、検出信号Bが下限閾値以上であることを示す）（S5）、今回サンプリング時の選択センサを磁気センサ1Bとし、図5に示すような検出信号Bの内、右下がり（減少中）部分を出力中「B-」とする（S11）。

## 【0067】

演算処理部4は、前回サンプリング時の検出信号Aが検出信号Bより大きくなれば（S1）、前回サンプリング時の検出信号Aが検出信号B以下でなければ（S2）、前回サンプリング時の検出信号Aが検出信号Bより小さく、かつ今回サンプリング時の検出信号Aが検出信号B以上であるか否かを判定する（S3）。

これは、サンプリング周期及び操舵速度（舵角の変位速度）から考えて、図5において、検出信号A、Bの領域eから領域dへの変化又は領域hから領域aへの変化を検出する為のステップである。

## 【0068】

演算処理部4は、前回サンプリング時の検出信号Aが検出信号Bより小さく、かつ今回サンプリング時の検出信号Aが検出信号B以上（図5において、検出信号A、Bが領域d又は領域aにあることを示す）であれば（S4）、今回サンプリング時の検出信号A又は検出信号Bが、中点より大きいか否かを判定する（S5）。

これにより、検出信号A、Bが、図5において、領域d及び領域aの何れにあるかを判定する。

## 【0069】

演算処理部4は、今回サンプリング時の検出信号A又は検出信号Bが、中点より大きい（図5において、検出信号A、Bが領域dにあり、検出信号Bが上限閾

値以下であることを示す)ときは(S7)、今回サンプリング時の選択センサを磁気センサ1Bとし、図5に示すような検出信号Bの内、右上がり(増加中)部分を出力中「B+」とする(S8)。

## 【0070】

演算処理部4は、今回サンプリング時の検出信号A又は検出信号Bが、中点より大きくなれば(図5において、検出信号A, Bが領域aにあり、検出信号Aが下限閾値以上であることを示す)ときは(S7)、今回サンプリング時の選択センサを磁気センサ1Aとし、図5に示すような検出信号Aの内、右上がり(増加中)部分を出力中「A+」とする(S12)。

## 【0071】

演算処理部4は、前回サンプリング時の検出信号Aが検出信号Bより小さくないか、又は今回サンプリング時の検出信号Aが検出信号B以上でなければ(S2)、今回サンプリング時の検出信号Aが上限閾値より大きく、かつ今回サンプリング時の検出信号Bが下限閾値より大きいか否かを判定する(S3)。

これは、図5において、検出信号A, Bが領域cにあるか否かを判定する為のステップである。

## 【0072】

演算処理部4は、今回サンプリング時の検出信号Aが上限閾値より大きく、かつ今回サンプリング時の検出信号Bが下限閾値より大きければ(図5において、検出信号A, Bが領域cにあり、検出信号Bが下限閾値以上であることを示す)(S3)、今回サンプリング時の選択センサを磁気センサ1Bとし、図5に示すような検出信号Bの内、右上がり(増加中)部分を出力中「B+」とする(S9)。

## 【0073】

演算処理部4は、今回サンプリング時の検出信号Aが上限閾値より大きくなく、又は今回サンプリング時の検出信号Bが下限閾値より大きくなれば(S3)、今回サンプリング時の検出信号Bが上限閾値より大きく、かつ今回サンプリング時の検出信号Aが下限閾値より大きいか否かを判定する(S4)。

これは、図5において、検出信号A, Bが領域fにあるか否かを判定する為の

ステップである。

## 【0074】

演算処理部4は、今回サンプリング時の検出信号Bが上限閾値より大きく、かつ今回サンプリング時の検出信号Aが下限閾値より大きい（図5において、検出信号A, Bが領域fにあり、検出信号Aが下限閾値以上であることを示す）ときは（S4）、今回サンプリング時の選択センサを磁気センサ1Aとし、図5に示すような検出信号Aの内、右下がり（減少中）部分を出力中「A-」とする（S10）。

## 【0075】

演算処理部4は、今回サンプリング時の検出信号Bが上限閾値より大きくなく、又は今回サンプリング時の検出信号Aが下限閾値より大きくなければ（S4）、今回サンプリング時の検出信号Aが下限閾値より小さく、かつ今回サンプリング時の検出信号Bが上限閾値より小さいか否かを判定する（S13）。

これは、図5において、検出信号A, Bが領域gにあるか否かを判定する為のステップである。

## 【0076】

演算処理部4は、今回サンプリング時の検出信号Aが下限閾値より小さく、かつ今回サンプリング時の検出信号Bが上限閾値より小さい（図5において、検出信号A, Bが領域gにあり、検出信号Bが上限閾値以下であることを示す）ときは（S13）、今回サンプリング時の選択センサを磁気センサ1Bとし、図5に示すような検出信号Bの内、右下がり（減少中）部分を出力中「B-」とする（S19）。

## 【0077】

演算処理部4は、今回サンプリング時の検出信号Aが下限閾値より小さくなく、又は今回サンプリング時の検出信号Bが上限閾値より小さくなれば（S13）、今回サンプリング時の検出信号Bが下限閾値より小さく、かつ今回サンプリング時の検出信号Aが上限閾値より小さいか否かを判定する（S14）。

これは、図5において、検出信号A, Bが領域bにあるか否かを判定する為のステップである。

## 【0078】

演算処理部4は、今回サンプリング時の検出信号Bが下限閾値より小さく、かつ今回サンプリング時の検出信号Aが上限閾値より小さい（図5において、検出信号A、Bが領域bにあり、検出信号Aが上限閾値以下であることを示す）ときは（S14）、今回サンプリング時の選択センサを磁気センサ1Aとし、図5に示すような検出信号Aの内、右上がり（増加中）部分を出力中「A+」とする（S20）。

## 【0079】

演算処理部4は、今回サンプリング時の検出信号Bが下限閾値より小さくなく、又は今回サンプリング時の検出信号Aが上限閾値より小さくないときは（S14）、前回サンプリング時の選択センサを今回サンプリング時の選択センサとする（S15）。

## 【0080】

次に、演算処理部4は、前回サンプリング時の選択センサが磁気センサ1Aであり、右上がり（増加中）部分を出力中「A+」であったか否かを判定し（S16）、前回サンプリング時の選択センサが磁気センサ1Aであり、右上がり（増加中）部分を出力中「A+」であったときは、前回サンプリング時迄の積算舵角に、前回サンプリング時から今回サンプリング時迄の変位角度を示す検出信号の変化（Aーセンサ前回値）を加算し、回転角度として出力する（S21）。

## 【0081】

この場合、前回サンプリング時に磁気センサ1Aは右上がり（増加中）の検出信号を出力中「A+」であり、また、その検出信号値Aは下限閾値から上限閾値迄の範囲内にあったから、今回サンプリング時迄に磁気センサ1Aの検出信号値Aが極値付近の領域に掛かることはない。従って、検出信号値の増加／減少は積算舵角の増加／減少となるので、積算舵角に検出信号の変化を加算し、また、今回サンプリング時の検出信号Aにより検出信号の変化を算出することが出来る。

## 【0082】

演算処理部4は、前回サンプリング時の選択センサが磁気センサ1Aでなく、右上がり（増加中）部分を出力中「A+」でなければ（S16）、前回サンプリ

ング時の選択センサが磁気センサ1Aであり、右下がり（減少中）部分を出力中「A-」であったか否かを判定する（S17）。

## 【0083】

演算処理部4は、前回サンプリング時の選択センサが磁気センサ1Aであり、右下がり（減少中）部分を出力中「A-」であったときは（S17）、前回サンプリング時迄の積算舵角に、前回サンプリング時から今回サンプリング時迄の変位角度を示す検出信号の変化（A-センサ前回値）を減算し、回転角度として出力する（S22）。

## 【0084】

この場合、前回サンプリング時に磁気センサ1Aは右下がり（減少中）の検出信号を出力中「A-」であり、また、その検出信号値Aは下限閾値から上限閾値迄の範囲内にあったから、今回サンプリング時迄に磁気センサ1Aの検出信号値Aが極値付近の領域に掛かることはない。従って、検出信号値の増加／減少は積算舵角の減少／増加となるので、積算舵角に検出信号の変化を減算し、また、今回サンプリング時の検出信号Aにより検出信号の変化を算出することが出来る。

## 【0085】

演算処理部4は、前回サンプリング時の選択センサが磁気センサ1Aでなく、右下がり（減少中）部分を出力中「A-」でなければ（S17）、前回サンプリング時の選択センサが磁気センサ1Bであり、右上がり（増加中）部分を出力中「B+」であったか否かを判定する（S18）。

## 【0086】

演算処理部4は、前回サンプリング時の選択センサが磁気センサ1Bであり、右上がり（増加中）部分を出力中「B+」であったときは（S18）、前回サンプリング時迄の積算舵角に、前回サンプリング時から今回サンプリング時迄の変位角度を示す検出信号の変化（B-センサ前回値）を加算し、回転角度として出力する（S23）。

## 【0087】

この場合、前回サンプリング時に磁気センサ1Bは右上がり（増加中）の検出信号を出力中「B+」であり、また、その検出信号値Bは下限閾値から上限閾値

迄の範囲内にあったから、今回サンプリング時迄に磁気センサ1Bの検出信号値Bが極値付近の領域に掛かることはない。従って、検出信号値の増加／減少は積算舵角の増加／減少となるので、積算舵角に検出信号の変化を加算し、また、今回サンプリング時の検出信号Bにより検出信号の変化を算出することが出来る。

## 【0088】

演算処理部4は、前回サンプリング時の選択センサが磁気センサ1Bでなく、右上がり（増加中）部分を出力中「B+」でなければ（S18）、前回サンプリング時の選択センサが磁気センサ1Bであり、右下がり（減少中）部分を出力中「B-」であったか否かを判定する（S24）。

## 【0089】

演算処理部4は、前回サンプリング時の選択センサが磁気センサ1Bであり、右下がり（減少中）部分を出力中「B-」であったときは（S24）、前回サンプリング時迄の積算舵角に、前回サンプリング時から今回サンプリング時迄の変位角度を示す検出信号の変化（B-センサ前回値）を減算し、回転角度として出力する（S31）。

## 【0090】

この場合、前回サンプリング時に磁気センサ1Bは右下がり（減少中）の検出信号を出力中「B-」であり、また、その検出信号値Bは下限閾値から上限閾値迄の範囲内にあったから、今回サンプリング時迄に磁気センサ1Bの検出信号値Bが極値付近の領域に掛かることはない。従って、検出信号値の増加／減少は積算舵角の減少／増加となるので、積算舵角に検出信号の変化を減算し、また、今回サンプリング時の検出信号Bにより検出信号の変化を算出することが出来る。

## 【0091】

演算処理部4は、前回サンプリング時の選択センサが磁気センサ1Bでなく、右下がり（減少中）部分を出力中「B-」でなかったときは（S24）、前回サンプリング時に磁気センサを未選択であったとして（S25）、つまり操舵開始時であるとして、積算舵角を0とし、回転角度として出力する（S26）。

## 【0092】

次に、演算処理部4は、今回サンプリング時に選択したセンサが、磁気センサ

1 A であり、右上がり（増加中）の検出信号を出力中「A +」であるか、又は磁気センサ 1 A であり、右下がり（減少中）の検出信号を出力中「A -」であれば（S 27）、演算（S 21, 22, 23, 31）に使用する為の「センサ前回値」を今回サンプリング時の検出信号値 A とし（S 32）、「前回選択センサ」を「今回選択センサ」に置換えて（S 30）リターンする。

## 【0093】

演算処理部 4 は、今回サンプリング時に選択したセンサが、磁気センサ 1 A でなければ（S 27）、今回サンプリング時に選択したセンサが、磁気センサ 1 B であり、右上がり（増加中）の検出信号を出力中「B +」であるか、又は磁気センサ 1 B であり、右下がり（減少中）の検出信号を出力中「B -」であるか否か判定する（S 28）。

演算処理部 4 は、今回サンプリング時に選択したセンサが、磁気センサ 1 B であれば（S 28）、演算（S 21, 22, 23, 31）に使用する為の「センサ前回値」を今回サンプリング時の検出信号値 B とし（S 33）、「前回選択センサ」を「今回選択センサ」に置換えて（S 30）リターンする。

## 【0094】

演算処理部 4 は、今回サンプリング時に選択したセンサが、磁気センサ 1 B でなければ（S 28）、センサ未選択とし（S 29）、「前回選択センサ」をセンサ未選択として（S 30）リターンする。

尚、上述した舵角演算動作では、磁気センサ 1 A, 1 B について説明したが、磁気センサ 2 A, 2 B についても同様の動作が可能である。

## 【0095】

以下に、このトルク検出装置のトルク検出（トルク演算）時の動作を、それを示す図 6～8 のフローチャートを参照しながら説明する。

但し、磁気センサ 1 A, 2 A と磁気センサ 1 B, 2 B との位相のずれは電気角 90° とする。

このトルク検出装置の演算処理部 4 は、先ず、磁気センサ 1 A, 1 B, 2 A, 2 B の各検出信号（1 A, 1 B, 2 A, 2 B と表示）により、トルク  $A = 1 A - 2 A$ , トルク  $B = 1 B - 2 B$  を演算して求める（S 34）。

## 【0096】

次に、演算処理部4は、トルクA $\geq 0$ 、トルクB $\geq 0$ 又はトルクA $\leq 0$ 、トルクB $\leq 0$ であるか否かを判定する(S35)。

演算処理部4は、トルクA $\geq 0$ 、トルクB $\geq 0$ 又はトルクA $\leq 0$ 、トルクB $\leq 0$ であれば(S35)、磁気センサ1A、1Bの各検出信号1A、1Bが、1A $>1B$ であるか否かを判定する(S38)。

## 【0097】

演算処理部4は、検出信号1A、1Bが、1A $>1B$ であれば(S38)、検出信号1A、1B、2A、2Bは、図9に示す検出信号の波形図において、領域(1)(a)に存在するとする(S39)。

演算処理部4は、検出信号1A、1Bが、1A $>1B$ でなければ(S38)、検出信号1A、1Bが、1A $<1B$ であるか否かを判定する(S40)。

演算処理部4は、検出信号1A、1Bが、1A $<1B$ であれば(S40)、検出信号1A、1B、2A、2Bは、図9に示す検出信号の波形図において、領域(3)(b)に存在するとする(S41)。

演算処理部4は、検出信号1A、1Bが、1A $<1B$ でなければ(S40)、検出信号1A、1B、2A、2Bは、図9に示す検出信号の波形図において、存在する領域がないとし(S42)、検出したトルクを0として(S43)リターンする。

## 【0098】

演算処理部4は、トルクA $\geq 0$ 、トルクB $\geq 0$ でなく、またトルクA $\leq 0$ 、トルクB $\leq 0$ でなければ(S35)、検出信号1A、1Bが、図9に示すような、検出信号1A、1Bが取り得る値の中間値(中点)と比較して、1A $\geq$ 中点、1B $\geq$ 中点であるか否かを判定する(S36)。

演算処理部4は、検出信号1A、1Bが、1A $\geq$ 中点、1B $\geq$ 中点であれば(S36)、検出信号1A、1B、2A、2Bは、図9に示す検出信号の波形図において、領域(2)(c)に存在するとする(S44)。

## 【0099】

演算処理部4は、検出信号1A、1Bが、1A $\geq$ 中点、1B $\geq$ 中点でなければ

(S 3 6)、検出信号 1 A, 1 B が、中点と比較して、 $1 A \leq$  中点,  $1 B \leq$  中点であるか否かを判定する (S 3 7)。

演算処理部 4 は、検出信号 1 A, 1 B が、 $1 A \leq$  中点,  $1 B \leq$  中点であれば (S 3 7)、検出信号 1 A, 1 B, 2 A, 2 B は、図 9 に示す検出信号の波形図において、領域 (4) (d) に存在するとする (S 4 5)。

#### 【0100】

演算処理部 4 は、検出信号 1 A, 1 B が、 $1 A \leq$  中点,  $1 B \leq$  中点でなければ (S 3 7)、検出信号 1 A, 1 B が、中点と比較して、 $1 A \geq$  中点,  $1 B \leq$  中点であるか否かを判定する (S 4 6)。

演算処理部 4 は、検出信号 1 A, 1 B が、 $1 A \geq$  中点,  $1 B \leq$  中点であれば (S 4 6)、検出信号 1 A, 2 A が、図 9 に示すような上限閾値と比較して、 $1 A \geq$  上限閾値又は  $2 A \geq$  上限閾値であるか否かを判定する (S 5 3)。

上限閾値及び後述する下限閾値の範囲は、検出信号 1 A, 1 B, 2 A, 2 B が非極値付近（第 1 傾斜部 1 5 a 及び第 2 傾斜部 1 5 b の各接続部付近の検出信号が極値付近となる）である範囲の目安であり、検出信号 1 A, 1 B, 2 A, 2 B が取り得る最大値及び最小値と中点とのそれぞれの略中間値とする。

#### 【0101】

演算処理部 4 は、検出信号 1 A, 2 A が、 $1 A \geq$  上限閾値又は  $2 A \geq$  上限閾値であれば (S 5 3)、検出信号 1 A, 1 B, 2 A, 2 B は、図 9 に示すような検出信号の波形図において、領域 (2) (e) に存在するとする (S 5 8)。尚、この場合、図 9 には領域 (2) (e) が存在しないが、操舵輪 1 を逆方向へ回転させた場合には発生する。

演算処理部 4 は、検出信号 1 A, 2 A が、 $1 A \geq$  上限閾値でなく、また  $2 A \geq$  上限閾値でなければ (S 5 3)、検出信号 1 B, 2 B が、図 9 に示すような下限閾値と比較して、 $1 B \leq$  下限閾値又は  $2 B \leq$  下限閾値であるか否かを判定する (S 5 4)。

#### 【0102】

演算処理部 4 は、検出信号 1 B, 2 B が、 $1 B \leq$  下限閾値又は  $2 B \leq$  下限閾値であれば (S 5 4)、検出信号 1 A, 1 B, 2 A, 2 B は、図 9 に示す検出信号

の波形図において、領域(4)(f)に存在するとする(S59)。

演算処理部4は、検出信号1B, 2Bが、1B $\leq$ 下限閾値でなく、また2B $\leq$ 下限閾値でなければ(S54)、検出信号1A, 1B, 2A, 2Bは、図9に示す検出信号の波形図において、存在する領域がないとし(S55)、検出したトルクを0として(S51)リターンする。

#### 【0103】

演算処理部4は、検出信号1A, 1Bが、1A $\geq$ 中点, 1B $\leq$ 中点でなければ(S46)、検出信号1A, 1Bが、中点と比較して、1B $\geq$ 中点, 1A $\leq$ 中点であるか否かを判定する(S47)。

演算処理部4は、検出信号1A, 1Bが、1B $\geq$ 中点, 1A $\leq$ 中点でなければ(S47)、検出信号1A, 1B, 2A, 2Bは、図9に示す検出信号の波形図において、存在する領域がないとし(S52)、検出したトルクを0として(S51)リターンする。

#### 【0104】

演算処理部4は、検出信号1A, 1Bが、1B $\geq$ 中点, 1A $\leq$ 中点であれば(S47)、検出信号1B, 2Bが、図9に示すような上限閾値と比較して、1B $\geq$ 上限閾値又は2B $\geq$ 上限閾値であるか否かを判定する(S48)。

演算処理部4は、検出信号1B, 2Bが、1B $\geq$ 上限閾値又は2B $\geq$ 上限閾値であれば(S48)、検出信号1A, 1B, 2A, 2Bは、図9に示す検出信号の波形図において、領域(2)(g)に存在するとする(S56)。

#### 【0105】

演算処理部4は、検出信号1B, 2Bが、1B $\geq$ 上限閾値でなく、また2B $\geq$ 上限閾値でなければ(S48)、検出信号1A, 2Aが、図9に示すような下限閾値と比較して、1A $\leq$ 下限閾値又は2A $\leq$ 下限閾値であるか否かを判定する(S49)。

演算処理部4は、検出信号1A, 2Aが、1A $\leq$ 下限閾値又は2A $\leq$ 下限閾値であれば(S49)、検出信号1A, 1B, 2A, 2Bは、図9に示す検出信号の波形図において、領域(4)(h)に存在するとする(S57)。尚、この場合、図9には領域(4)(h)が存在しないが、操舵輪を逆方向へ回転させた場

合には発生する。

【0106】

演算処理部4は、検出信号1A, 2Aが、 $1A \leq$ 下限閾値でなく、また $2A \leq$ 下限閾値でなければ(S49)、検出信号1A, 1B, 2A, 2Bは、図9に示す検出信号の波形図において、存在する領域がないとし(S50)、検出したトルクを0として(S51)リターンする。

【0107】

次に、演算処理部4は、演算して求めた(S34)トルク $A = 1A - 2A$ , トルク $B = 1B - 2B$ の絶対値 $|トルクA|$ ,  $|トルクB|$ の大小を比較する(S60)。

演算処理部4は、 $|トルクA| \geq |トルクB|$ であり(S60)、これ迄の各ステップで求めた、検出信号1A, 1B, 2A, 2Bが存在するとした領域が領域(1) ((1)(a))又は領域(4) ((4)(d), (4)(f))であれば(S61)、検出信号1A, 1B, 2A, 2Bが真に存在する領域は、図10に示す検出信号の波形図において、領域(j)であるとし、検出したトルクをトルクAとして(S62)リターンする。

【0108】

演算処理部4は、 $|トルクA| \geq |トルクB|$ であり(S60)、これ迄の各ステップで求めた、検出信号1A, 1B, 2A, 2Bが存在するとした領域が領域(1)及び領域(4)の何れでもなければ(S61)、検出信号1A, 1B, 2A, 2Bが真に存在する領域は、図10に示す検出信号の波形図において、領域(k)であるとし、検出したトルクをトルクAとして(S65)リターンする。

【0109】

演算処理部4は、 $|トルクA| \geq |トルクB|$ でなく(S60)、これ迄の各ステップで求めた、検出信号1A, 1B, 2A, 2Bが存在するとした領域が領域(1) ((1)(a))又は領域(2) ((2)(c), (2)(g))であれば(S63)、検出信号1A, 1B, 2A, 2Bが真に存在する領域は、図10に示す検出信号の波形図において、領域(m)であるとし、検出したトルクを

トルクBとして(S64)リターンする。

【0110】

演算処理部4は、 $|トルクA| \geq |トルクB|$ でなく(S60)、これ迄の各ステップで求めた、検出信号1A, 1B, 2A, 2Bが存在するとした領域が領域(1)及び領域(2)の何れでもなければ(S63)、検出信号1A, 1B, 2A, 2Bが真に存在する領域は、図10に示す検出信号の波形図において、領域(n)であるとし、検出したトルクをトルクBとして(S66)リターンする。

【0111】

以下に、このトルク検出装置のバックアップ時の動作を、それを示す図11のフローチャートを参照しながら説明する。

このトルク検出装置の演算処理部4は、磁気センサ1A, 1B, 2A, 2Bの検出信号(1A, 1B, 2A, 2Bと表示)に異常を発見し(S70)、発見した異常な検出信号が2系統以上であれば(S71)、トルク検出装置の故障を確定して(S72)、操舵補助モータと舵取機構とを切離し、アラームランプ等で運転者に故障発生を通知するフェイル処置を実行して(S73)リターンする。

【0112】

演算処理部4は、検出信号1A, 1B, 2A, 2Bに異常を発見し(S70)、発見した異常な検出信号が1系統であり(S71)、その異常な検出信号が検出信号1Aであれば(S74)、検出信号1Aを検出信号2Aにより置換え(S79)、アラームランプ等により運転者に異常を通知して(S73a)リターンする。つまり、異常が発生した磁気センサ1Aを含む磁気センサ1A, 2Aの対による検出トルクを0とし、磁気センサ1B, 2Bの対による検出トルクを使用する。

【0113】

演算処理部4は、発見した異常な検出信号が1系統であり(S71)、その異常な検出信号が検出信号1Aでなく(S74)、その異常な検出信号が検出信号1Bであれば(S75)、検出信号1Bを検出信号2Bにより置換え(S80)、アラームランプ等により運転者に異常を通知して(S73a)リターンする。

つまり、異常が発生した磁気センサ1Bを含む磁気センサ1B, 2Bの対による検出トルクを0とし、磁気センサ1A, 2Aの対による検出トルクを使用する。

## 【0114】

演算処理部4は、発見した異常な検出信号が1系統であり(S71)、その異常な検出信号が検出信号1A又は検出信号1Bでなく(S74, 75)、その異常な検出信号が検出信号2Aであれば(S76)、検出信号2Aを検出信号1Aにより置換え(S81)、アラームランプ等により運転者に異常を通知して(S73a)リターンする。つまり、異常が発生した磁気センサ2Aを含む磁気センサ1A, 2Aの対による検出トルクを0とし、磁気センサ1B, 2Bの対による検出トルクを使用する。

## 【0115】

演算処理部4は、発見した異常な検出信号が1系統であり(S71)、その異常な検出信号が検出信号1A、検出信号1B又は検出信号2Aの何れでもなく(S74, 75, 76)、その異常な検出信号が検出信号2Bであれば(S77)、検出信号2Bを検出信号1Bにより置換え(S78)、アラームランプ等により運転者に異常を通知して(S73a)リターンする。つまり、異常が発生した磁気センサ2Bを含む磁気センサ1B, 2Bの対による検出トルクを0とし、磁気センサ1A, 2Aの対による検出トルクを使用する。

## 【0116】

以下に、このトルク検出装置の、磁気センサ1A, 2Aと磁気センサ1B, 2Bとの位相のずれを電気角 $120^\circ$ とした場合の、トルク検出(トルク演算)時の動作を、それを示す図6~8のフローチャートを参照しながら説明する。

このトルク検出装置の演算処理部4は、先ず、磁気センサ1A, 1B, 2A, 2Bの各検出信号(1A, 1B, 2A, 2Bと表示)により、トルクA = 1A - 2A, トルクB = 1B - 2Bを演算して求める(S34)。

## 【0117】

次に、演算処理部4は、トルクA  $\geq 0$ , トルクB  $\geq 0$ 又はトルクA  $\leq 0$ , トルクB  $\leq 0$ であるか否かを判定する(S35)。

演算処理部4は、トルクA  $\geq 0$ , トルクB  $\geq 0$ 又はトルクA  $\leq 0$ , トルクB  $\leq$

0であれば(S35)、磁気センサ1A, 1Bの各検出信号1A, 1Bが、1A  
 $> 1B$ であるか否かを判定する(S38)。

## 【0118】

演算処理部4は、検出信号1A, 1Bが、1A  
 $> 1B$ であれば(S38)、検出信号1A, 1B, 2A, 2Bは、図12に示す検出信号の波形図において、領域(1)(a)に存在するとする(S39)。

演算処理部4は、検出信号1A, 1Bが、1A  
 $> 1B$ でなければ(S38)、検出信号1A, 1Bが、1A  
 $< 1B$ であるか否かを判定する(S40)。

演算処理部4は、検出信号1A, 1Bが、1A  
 $< 1B$ であれば(S40)、検出信号1A, 1B, 2A, 2Bは、図12に示す検出信号の波形図において、領域(3)(b)に存在するとする(S41)。

演算処理部4は、検出信号1A, 1Bが、1A  
 $< 1B$ でなければ(S40)、検出信号1A, 1B, 2A, 2Bは、図12に示す検出信号の波形図において、存在する領域がないとし(S42)、検出したトルクを0として(S43)リターンする。

## 【0119】

演算処理部4は、トルクA  
 $\geq 0$ , トルクB  
 $\geq 0$ でなく、またトルクA  
 $\leq 0$ , トルクB  
 $\leq 0$ でなければ(S35)、検出信号1A, 1Bが、図12に示すような、検出信号1A, 1Bが取り得る値の中間値(中点)と比較して、1A  
 $\geq$ 中点, 1B  
 $\geq$ 中点であるか否かを判定する(S36)。

演算処理部4は、検出信号1A, 1Bが、1A  
 $\geq$ 中点, 1B  
 $\geq$ 中点であれば(S36)、検出信号1A, 1B, 2A, 2Bは、図12に示す検出信号の波形図において、領域(2)(c)に存在するとする(S44)。

## 【0120】

演算処理部4は、検出信号1A, 1Bが、1A  
 $\geq$ 中点, 1B  
 $\geq$ 中点でなければ(S36)、検出信号1A, 1Bが、中点と比較して、1A  
 $\leq$ 中点, 1B  
 $\leq$ 中点であるか否かを判定する(S37)。

演算処理部4は、検出信号1A, 1Bが、1A  
 $\leq$ 中点, 1B  
 $\leq$ 中点であれば(S37)、検出信号1A, 1B, 2A, 2Bは、図12に示す検出信号の波形図

において、領域(4)(d)に存在するとする(S45)。

#### 【0121】

演算処理部4は、検出信号1A, 1Bが、1A $\leq$ 中点, 1B $\leq$ 中点でなければ(S37)、検出信号1A, 1Bが、中点と比較して、1A $\geq$ 中点, 1B $\leq$ 中点であるか否かを判定する(S46)。

演算処理部4は、検出信号1A, 1Bが、1A $\geq$ 中点, 1B $\leq$ 中点であれば(S46)、検出信号1A, 2Aが、図12に示すような上限閾値と比較して、1A $\geq$ 上限閾値又は2A $\geq$ 上限閾値であるか否かを判定する(S53)。

上限閾値及び後述する下限閾値の範囲は、検出信号1A, 1B, 2A, 2Bが非極値付近(第1傾斜部15a及び第2傾斜部15bの各接続部付近の検出信号が極値付近となる)である範囲の目安であり、検出信号1A, 1B, 2A, 2Bが取り得る最大値及び最小値と中点とのそれぞれの略中間値とする。

#### 【0122】

演算処理部4は、検出信号1A, 2Aが、1A $\geq$ 上限閾値又は2A $\geq$ 上限閾値であれば(S53)、検出信号1A, 1B, 2A, 2Bは、図12に示すような検出信号の波形図において、領域(2)(e)に存在するとする(S58)。

演算処理部4は、検出信号1A, 2Aが、1A $\geq$ 上限閾値でなく、また2A $\geq$ 上限閾値でなければ(S53)、検出信号1B, 2Bが、図12に示すような下限閾値と比較して、1B $\leq$ 下限閾値又は2B $\leq$ 下限閾値であるか否かを判定する(S54)。

#### 【0123】

演算処理部4は、検出信号1B, 2Bが、1B $\leq$ 下限閾値又は2B $\leq$ 下限閾値であれば(S54)、検出信号1A, 1B, 2A, 2Bは、図12に示す検出信号の波形図において、領域(4)(f)に存在するとする(S59)。

演算処理部4は、検出信号1B, 2Bが、1B $\leq$ 下限閾値でなく、また2B $\leq$ 下限閾値でなければ(S54)、検出信号1A, 1B, 2A, 2Bは、図12に示す検出信号の波形図において、存在する領域がないとし(S55)、検出したトルクを0として(S51)リターンする。

#### 【0124】

演算処理部4は、検出信号1A, 1Bが、1A $\geq$ 中点, 1B $\leq$ 中点でなければ(S46)、検出信号1A, 1Bが、中点と比較して、1B $\geq$ 中点, 1A $\leq$ 中点であるか否かを判定する(S47)。

演算処理部4は、検出信号1A, 1Bが、1B $\geq$ 中点, 1A $\leq$ 中点でなければ(S47)、検出信号1A, 1B, 2A, 2Bは、図12に示す検出信号の波形図において、存在する領域がないとし(S52)、検出したトルクを0として(S51)リターンする。

#### 【0125】

演算処理部4は、検出信号1A, 1Bが、1B $\geq$ 中点, 1A $\leq$ 中点であれば(S47)、検出信号1B, 2Bが、図12に示すような上限閾値と比較して、1B $\geq$ 上限閾値又は2B $\geq$ 上限閾値であるか否かを判定する(S48)。

演算処理部4は、検出信号1B, 2Bが、1B $\geq$ 上限閾値又は2B $\geq$ 上限閾値であれば(S48)、検出信号1A, 1B, 2A, 2Bは、図12に示す検出信号の波形図において、領域(2)(g)に存在するとする(S56)。

#### 【0126】

演算処理部4は、検出信号1B, 2Bが、1B $\geq$ 上限閾値でなく、また2B $\geq$ 上限閾値でなければ(S48)、検出信号1A, 2Aが、図12に示すような下限閾値と比較して、1A $\leq$ 下限閾値又は2A $\leq$ 下限閾値であるか否かを判定する(S49)。

演算処理部4は、検出信号1A, 2Aが、1A $\leq$ 下限閾値又は2A $\leq$ 下限閾値であれば(S49)、検出信号1A, 1B, 2A, 2Bは、図12に示す検出信号の波形図において、領域(4)(h)に存在するとする(S57)。

#### 【0127】

演算処理部4は、検出信号1A, 2Aが、1A $\leq$ 下限閾値でなく、また2A $\leq$ 下限閾値でなければ(S49)、検出信号1A, 1B, 2A, 2Bは、図12に示す検出信号の波形図において、存在する領域がないとし(S50)、検出したトルクを0として(S51)リターンする。

#### 【0128】

次に、演算処理部4は、演算して求めた(S34)トルクA=1A-2A, T

ルク  $B = 1B - 2B$  の絶対値  $|トルクA|$ ,  $|トルクB|$  の大小を比較する (S 60)。

演算処理部4は、 $|トルクA| \geq |トルクB|$  であり (S 60)、これ迄の各ステップで求めた、検出信号  $1A, 1B, 2A, 2B$  が存在するとした領域が領域 (1) ((1)(a)) 又は領域 (4) ((4)(d), (4)(f)) であれば (S 61)、検出信号  $1A, 1B, 2A, 2B$  が真に存在する領域は、図13に示す検出信号の波形図において、領域 (j) であるとし、検出したトルクをトルクAとして (S 62) リターンする。

#### 【0129】

演算処理部4は、 $|トルクA| \geq |トルクB|$  であり (S 60)、これ迄の各ステップで求めた、検出信号  $1A, 1B, 2A, 2B$  が存在するとした領域が領域 (1) 及び領域 (4) の何れでもなければ (S 61)、検出信号  $1A, 1B, 2A, 2B$  が真に存在する領域は、図13に示す検出信号の波形図において、領域 (k) であるとし、検出したトルクをトルクAとして (S 65) リターンする。

#### 【0130】

演算処理部4は、 $|トルクA| \geq |トルクB|$  でなく (S 60)、これ迄の各ステップで求めた、検出信号  $1A, 1B, 2A, 2B$  が存在するとした領域が領域 (1) ((1)(a)) 又は領域 (2) ((2)(c), (2)(g)) であれば (S 63)、検出信号  $1A, 1B, 2A, 2B$  が真に存在する領域は、図13に示す検出信号の波形図において、領域 (m) であるとし、検出したトルクをトルクBとして (S 64) リターンする。

#### 【0131】

演算処理部4は、 $|トルクA| \geq |トルクB|$  でなく (S 60)、これ迄の各ステップで求めた、検出信号  $1A, 1B, 2A, 2B$  が存在するとした領域が領域 (1) 及び領域 (2) の何れでもなければ (S 63)、検出信号  $1A, 1B, 2A, 2B$  が真に存在する領域は、図13に示す検出信号の波形図において、領域 (n) であるとし、検出したトルクをトルクBとして (S 66) リターンする。

## 【0132】

実施の形態2.

図14は、本発明に係る回転角度検出装置、トルク検出装置及び舵取装置の実施の形態2の構成を模式的に示す模式図である。この回転角度検出装置及びトルク検出装置は、磁気センサ1A, 1B, 2A, 2B（磁気抵抗効果素子）が、それぞれ近接するターゲット3が通過するに応じて出力した各検出信号が、演算処理部14aに与えられ、演算処理部14aは、与えられた各検出信号をアナログ／デジタル変換し、内蔵する各検出信号毎のテーブル14aa, 14ab, 14ba, 14bb（記憶手段）にそれぞれ入力する。テーブル14aa, 14ab, 14ba, 14bbは、それぞれ入力されたデジタル信号に応じたデジタル信号を出力するように、マトリクスに構成されたE P R O M (Erasable and Programmable ROM)により構成されている。

## 【0133】

テーブル14aa, 14ab, 14ba, 14bbには、トルク検出装置の製造組立時に、磁気センサ1A, 1B, 2A, 2Bが実際に出力した検出信号と出力すべき検出信号とを対応させて記憶させておく。

テーブル14aa, 14ab, 14ba, 14bbは、磁気センサ1A, 1B, 2A, 2Bがそれぞれ出力した各検出信号（デジタル信号）に応じて、出力すべき検出信号（デジタル信号）を出力するようになっている。

## 【0134】

特に、テーブル14aa, 14abは、磁気センサ1A, 1Bを切換えるときに、その出力すべき検出信号値にずれが生じず、円滑に切換えることが可能なように、また、テーブル14ba, 14bbは、磁気センサ2A, 2Bを切換えるときに、その出力すべき検出信号値にずれが生じず、円滑に切換えることが可能なように、磁気センサ1A, 1B, 2A, 2Bの各検出信号を補正する。

演算処理部14aは、テーブル14aa, 14ab, 14ba, 14bbが補正した磁気センサ1A, 1B, 2A, 2Bの各検出信号を使用して、実施の形態1において説明した演算処理部4の動作を実行する。

この回転角度検出装置及びトルク検出装置のその他の構成及び動作は、実施の

形態1において説明した回転角度検出装置及びトルク検出装置の構成及び動作と同様であるので、同一部分には同一符号を付して、説明を省略する。

## 【0135】

実施の形態3.

図15は、本発明に係る回転角度検出装置、トルク検出装置及び舵取装置の実施の形態3の構成を模式的に示す模式図である。この回転角度検出装置及びトルク検出装置は、自動車の舵取装置に適用しており、入力軸16には、出力軸17との連結側端部近傍に、円板形をなすターゲット板12a（回転体）が同軸上に外嵌固定されており、ターゲット板12aの外周面には、周方向に略等間隔で磁極が反転するように着磁してターゲット3aを構成してある。

## 【0136】

上述したのと同様のターゲット3aを備えたターゲット板12aが、出力軸17の入力軸16との連結側端部近傍にも外嵌固定されており、出力軸17側のターゲット板12aのターゲット3aと、入力軸16側のターゲット板12aのターゲット3aとは周方向に整合されて並設されている。

## 【0137】

両ターゲット板12aの外側には、それぞれの外周のターゲット3aの外縁を臨むようにセンサボックス11aが配設されている。センサボックス11aは、入力軸16及び出力軸17を支承するハウジング等の動かない部位に固定支持されている。センサボックス11aの内部には、入力軸16側のターゲット3aの周方向に異なる部位に対向する磁気センサ1A'，1B'（第1検出手段、第2検出手段）と、出力軸17側のターゲット3aの周方向に異なる部位に対向する磁気センサ2A'，2B'（第1検出手段、第2検出手段）とが、周方向位置を正しく合わせて収納されている。

## 【0138】

尚、ターゲット3aは、ターゲット板12aの外周面に着磁して形成する他、ターゲット板12aのラジアル方向に沿う面に形成してもよい。この場合、ラジアル方向に沿う面と向き合う位置に磁気センサ1A'，2A'，1B'，2B'を配設する。

## 【0139】

ターゲット3aでは、各N極から出た磁力線は隣合うS極にそれぞれ吸収されるため、磁界が強い部分と弱い部分とが周期的に発生する。

磁気センサ1A'，2A'，1B'，2B'は、ホール素子等の、磁界の強度を測定するセンサであり、各ターゲット3aの通過に応じて、実施の形態1の磁気センサ1A，2A，1B，2Bと同様の三角波又はサイン波に近似した検出信号を出力する。

その他の構成及び動作は、実施の形態1の構成及び動作と同様であるので、同様の部分については同一符号を付して、説明を省略する。

## 【0140】

実施の形態4.

図16は、本発明に係る回転角度検出装置、トルク検出装置及び舵取装置の実施の形態4の構成を模式的に示す模式図である。この回転角度検出装置及びトルク検出装置は、自動車の舵取装置に適用しており、入力軸16には、出力軸17との連結側端部近傍に、円板形をなすターゲット板12b（回転体）が同軸上に外嵌固定されている。

ターゲット板12bは、円筒部を有しており、円筒部の外周面には、周方向に略等間隔で非凹部が生ずるように凹設された凹み3baの間の非凹部によって、ターゲット3bを構成してある。

ターゲット3bは、磁性体製のターゲット板12bの円筒部の周面上に穿設された矩形の貫通孔からなる凹み3baの間の非凹部から形成されている。

## 【0141】

上述したのと同様のターゲット3bを備えたターゲット板12bが、出力軸17の入力軸16との連結側端部近傍にも外嵌固定されており、出力軸17側のターゲット板12bのターゲット3bと、入力軸16側のターゲット板12bのターゲット3bとは周方向に整合されて並設されている。

## 【0142】

両ターゲット板12bの外側には、それぞれの外周のターゲット3bの外縁を臨むようにセンサボックス11が配設されている。センサボックス11は、入力

軸16及び出力軸17を支承するハウジング等の動かない部位に固定支持されている。センサボックス11の内部には、入力軸16側のターゲット3bの周方向に異なる部位に対向する磁気センサ1A, 1B(第1検出手段、第2検出手段)と、出力軸17側のターゲット3bの周方向に異なる部位に対向する磁気センサ2A, 2B(第1検出手段、第2検出手段)とが、周方向位置を正しく合わせて収納されている。

#### 【0143】

尚、ターゲット3bの凹み3baは、貫通孔である他、非貫通の孔であってもよい。また、ターゲット3bの凹み3baは入力軸16、出力軸17を磁性体製とし、入力軸16、出力軸17の周面に設けてもよい。また、凹み3baは、ターゲット板12bの円筒部の外周面に形成する他、ターゲット板12bのラジアル方向に沿う面に形成してもよい。この場合、ラジアル方向に沿う面と向き合う位置に、磁気センサ1A, 2A, 1B, 2Bを配設する。

#### 【0144】

磁気センサ1A, 2A, 1B, 2Bは、ターゲット3bの非凹部の通過に応じて、実施の形態1の磁気センサ1A, 2A, 1B, 2Bと同様の三角波又はサイン波に近似した検出信号を出力する。

その他の構成及び動作は、実施の形態1の構成及び動作と同様であるので、同様の部分については同一符号を付して、説明を省略する。

#### 【0145】

実施の形態5.

図17は、本発明に係る回転角度検出装置、トルク検出装置及び舵取装置の実施の形態5の構成を模式的に示す模式図である。この回転角度検出装置及びトルク検出装置は、自動車の舵取装置に適用しており、入力軸16には、出力軸17との連結側端部近傍に、円板形をなす磁性体製のターゲット板12c(回転体)が同軸上に外嵌固定されている。

#### 【0146】

ターゲット板12cは、その外周面に沿って一方向に傾斜して設けてあり着磁された第1傾斜部3caと、他方向に傾斜して設けてあり着磁された第2傾斜部

$3c_b$ とを有するターゲット $3c$ を備えており、ターゲット $3c$ は、ターゲット板 $12c$ の外周面の周方向に等配に並設されている。第1傾斜部 $3ca$ 及び第2傾斜部 $3cb$ は、その接続点を通るべきターゲット板 $12c$ の回転軸の軸長方向の直線に関して略線対称である。

## 【0147】

上述したのと同様のターゲット $3c$ を備えたターゲット板 $12c$ が、出力軸 $17$ の入力軸 $16$ との連結側端部近傍にも外嵌固定されており、出力軸 $17$ 側のターゲット板 $12c$ のターゲット $3c$ と、入力軸 $16$ 側のターゲット板 $12c$ のターゲット $3c$ とは周方向に整合されて並設されている。

## 【0148】

両ターゲット板 $12c$ の外側には、それぞれの外周のターゲット $3c$ の外縁を臨むようにセンサボックス $11$ が配設されている。センサボックス $11$ は、入力軸 $16$ 及び出力軸 $17$ を支承するハウジング等の動かない部位に固定支持されている。センサボックス $11$ の内部には、入力軸 $16$ 側のターゲット $3c$ の周方向に異なる部位に対向する磁気センサ $1A, 1B$ （第1検出手段、第2検出手段）と、出力軸 $17$ 側のターゲット $3c$ の周方向に異なる部位に対向する磁気センサ $2A, 2B$ （第1検出手段、第2検出手段）とが、周方向位置を正しく合わせて収納されている。

## 【0149】

磁気センサ $1A, 2A, 1B, 2B$ は、それぞれ近接するターゲット $3c$ の通過に応じて、実施の形態1の磁気センサ $1A, 2A, 1B, 2B$ と同様の三角波又はサイン波に近似した検出信号を出力する。

その他の構成及び動作は、実施の形態1の構成及び動作と同様であるので、同様の部分については同一符号を付して、説明を省略する。

## 【0150】

## 【発明の効果】

第1～8発明に係る回転角度検出装置によれば、検出手段の検出信号の特性にだれ部分が存在しても、回転角度検出が可能であり、製造時の検出手段の検出信号の精度管理が容易な回転角度検出装置を実現することが出来る。

【0151】

第9～12、14発明に係るトルク検出装置によれば、検出手段の検出信号の特性にだれ部分が存在しても、トルク検出が可能であり、製造時の検出手段の検出信号の精度管理が容易なトルク検出装置を実現することが出来る。

【0152】

第13発明に係るトルク検出装置によれば、故障時にも、故障した検出手段が1つであり、残りの検出手段でトルク検出が可能な場合は、トルク検出を停止しないトルク検出装置を実現することが出来る。

【0153】

第15発明に係る舵取装置によれば、トルク検出装置の磁気センサの出力電圧の特性にだれ部分が存在しても、トルク検出が可能であり、トルク検出装置の製造時の磁気センサの出力電圧の精度管理が容易な舵取装置を実現することが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明に係る回転角度検出装置、トルク検出装置及び舵取装置の実施の形態の構成を模式的に示す模式図である。

【図2】

本発明に係る回転角度検出装置及びトルク検出装置の動作を示すフローチャートである。

【図3】

本発明に係る回転角度検出装置及びトルク検出装置の動作を示すフローチャートである。

【図4】

本発明に係る回転角度検出装置及びトルク検出装置の動作を示すフローチャートである。

【図5】

磁気センサの検出信号を示す波形図である。

【図6】

本発明に係るトルク検出装置の動作を示すフローチャートである。

【図7】

本発明に係るトルク検出装置の動作を示すフローチャートである。

【図8】

本発明に係るトルク検出装置の動作を示すフローチャートである。

【図9】

磁気センサの検出信号を示す波形図である。

【図10】

磁気センサの検出信号を示す波形図である。

【図11】

本発明に係るトルク検出装置の動作を示すフローチャートである。

【図12】

磁気センサの検出信号を示す波形図である。

【図13】

磁気センサの検出信号を示す波形図である。

【図14】

本発明に係る回転角度検出装置、トルク検出装置及び舵取装置の実施の形態の構成を模式的に示す模式図である。

【図15】

本発明に係る回転角度検出装置、トルク検出装置及び舵取装置の実施の形態の構成を模式的に示す模式図である。

【図16】

本発明に係る回転角度検出装置、トルク検出装置及び舵取装置の実施の形態の構成を模式的に示す模式図である。

【図17】

本発明に係る回転角度検出装置、トルク検出装置及び舵取装置の実施の形態の構成を模式的に示す模式図である。

【図18】

従来のトルク検出装置の要部構成例を示す原理図である。

【図19】

従来のトルク検出装置の動作を説明する為の説明図である。

【図20】

従来の磁気センサの選択手順の問題点の説明図である。

【図21】

従来のトルク検出装置の動作を説明する為の説明図である。

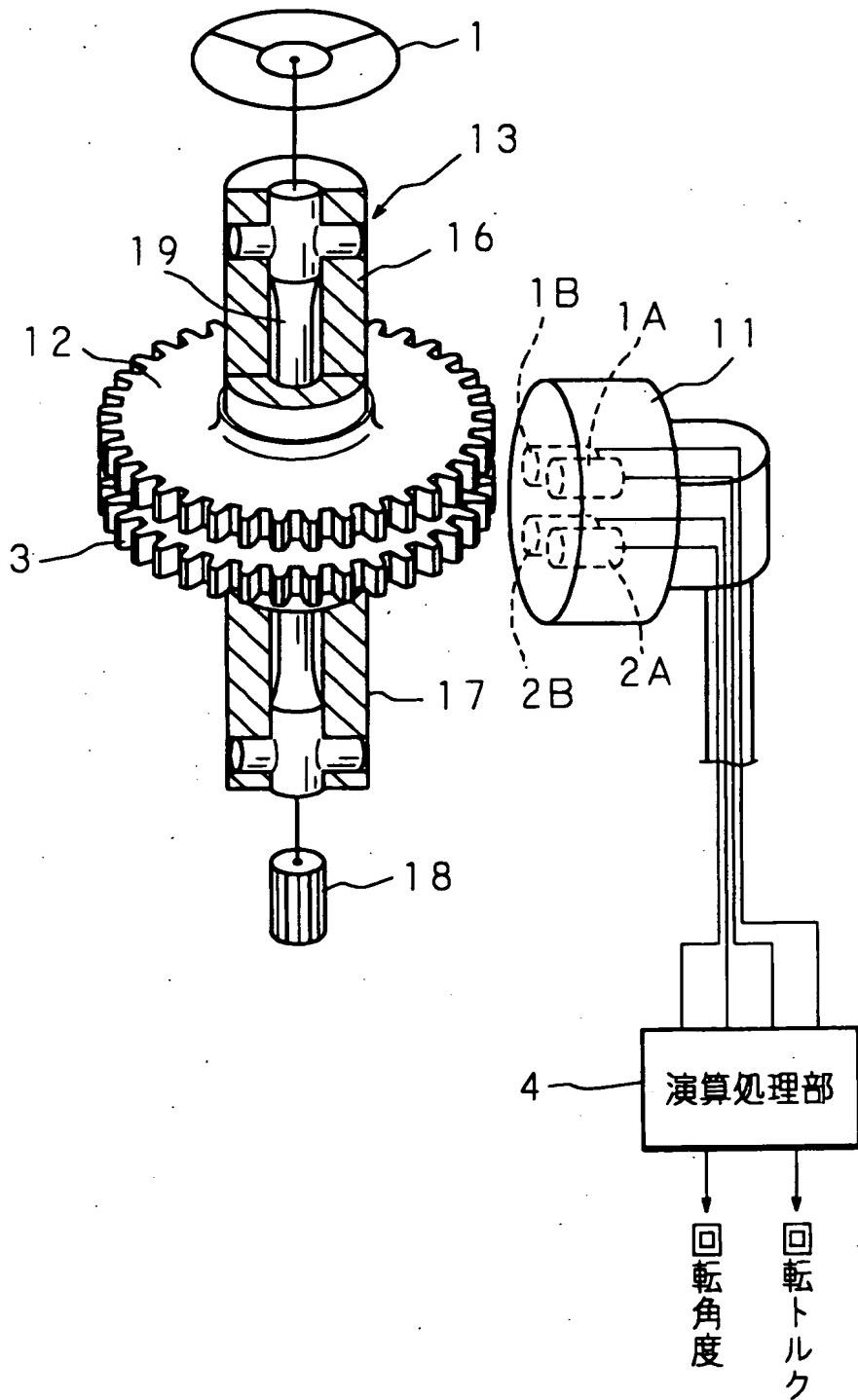
【符号の説明】

- 1 ステアリングホイール（操舵輪）
- 1 A, 1 A' 磁気センサ（第1検出手段）
- 1 B, 1 B' 磁気センサ（第2検出手段）
- 2 A, 2 A' 磁気センサ（第1検出手段）
- 2 B, 2 B' 磁気センサ（第2検出手段）
- 3, 3 a, 3 b, 3 c ターゲット
- 3 b a 凹み
- 3 c a 第1傾斜部
- 3 c b 第2傾斜部
- 1 1, 1 1 a センサボックス
- 1 2, 1 2 a, 1 2 b, 1 2 c ターゲット板（回転体）
- 1 3 操舵軸
- 4, 1 4 a 演算処理部
- 1 4 a a, 1 4 a b, 1 4 b a, 1 4 b b テーブル（記憶手段）
- 1 6 入力軸
- 1 7 出力軸
- 1 8 ピニオン
- 1 9 連結軸（トーションバー）

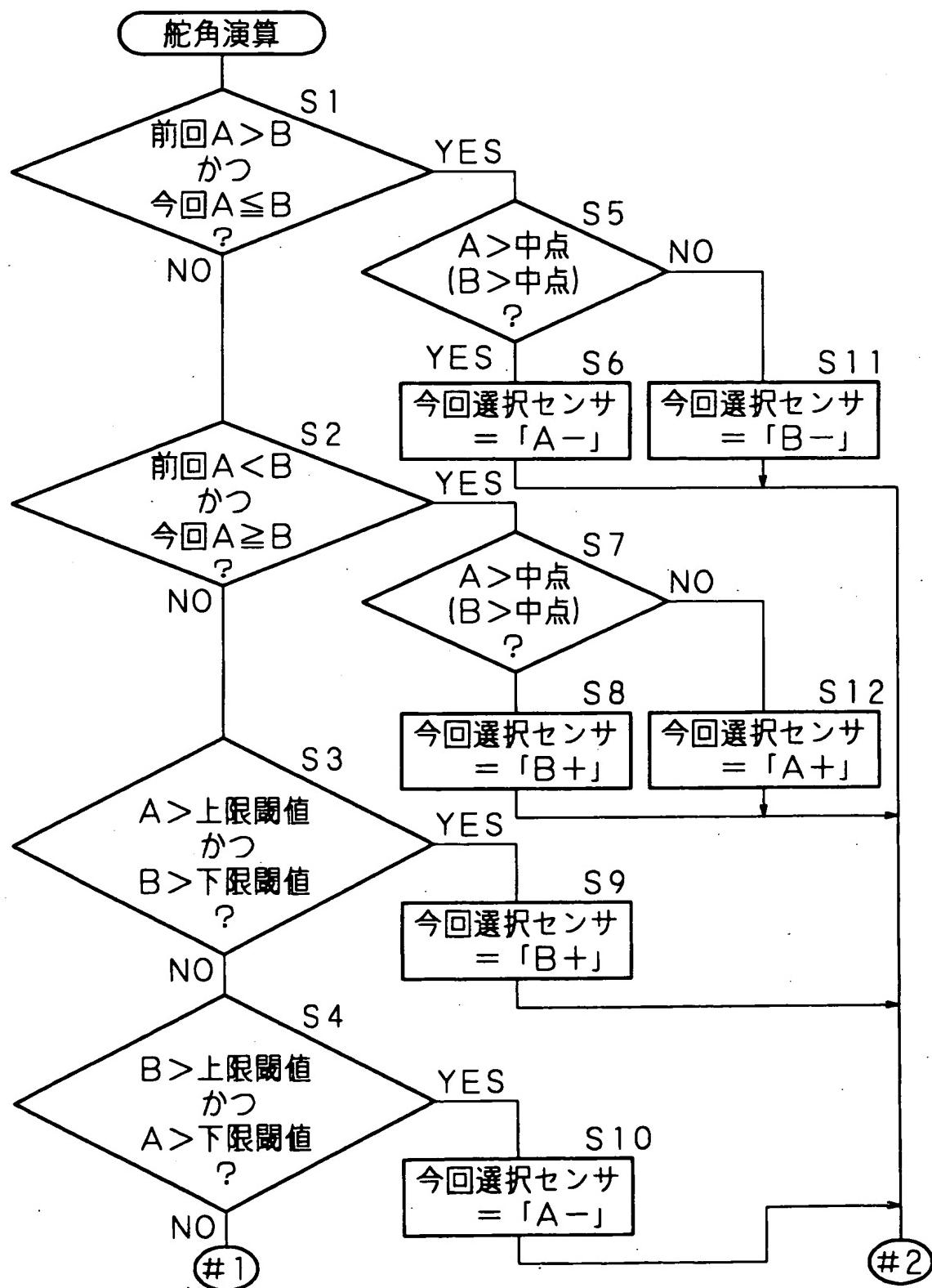
【書類名】

図面

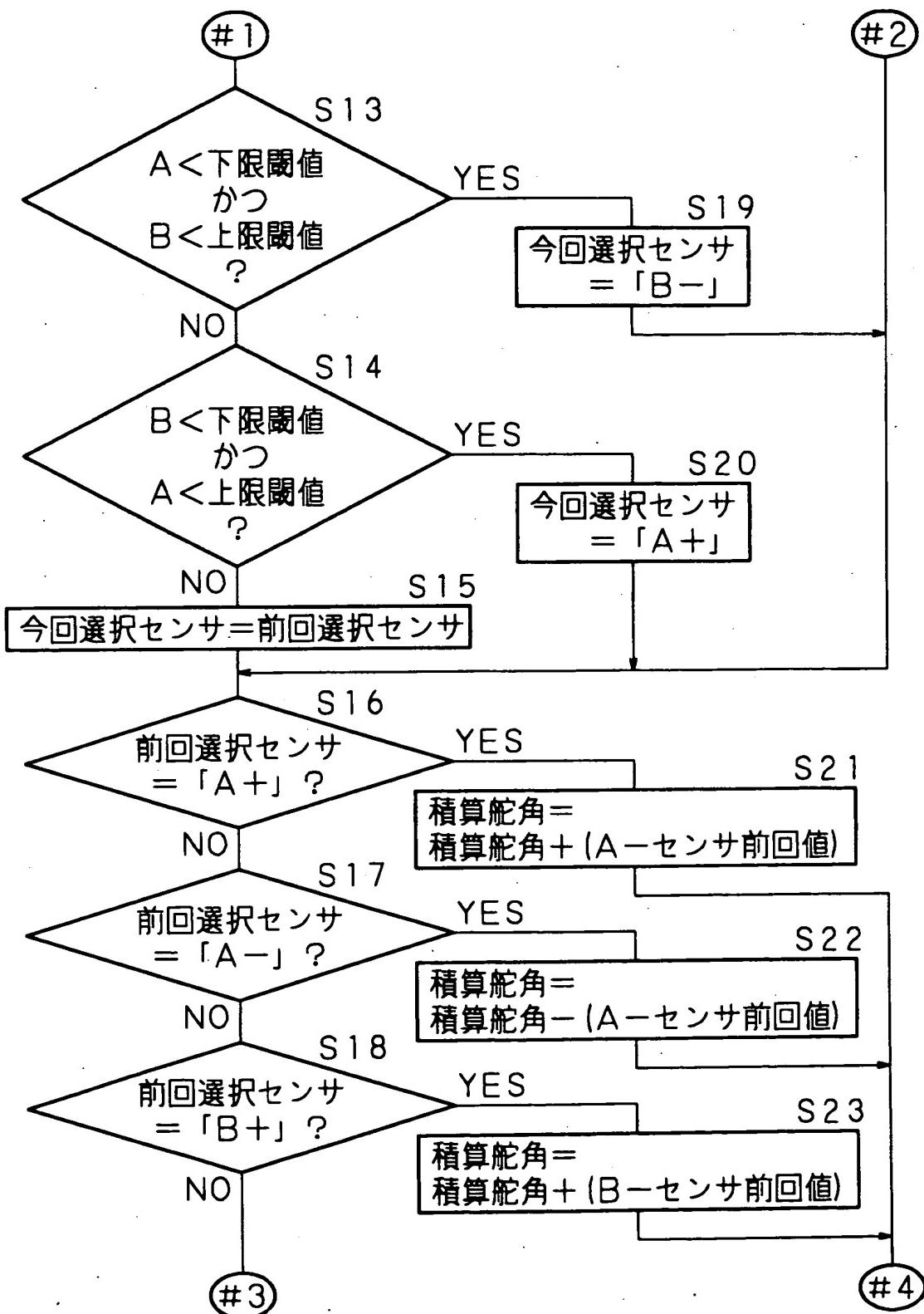
【図1】



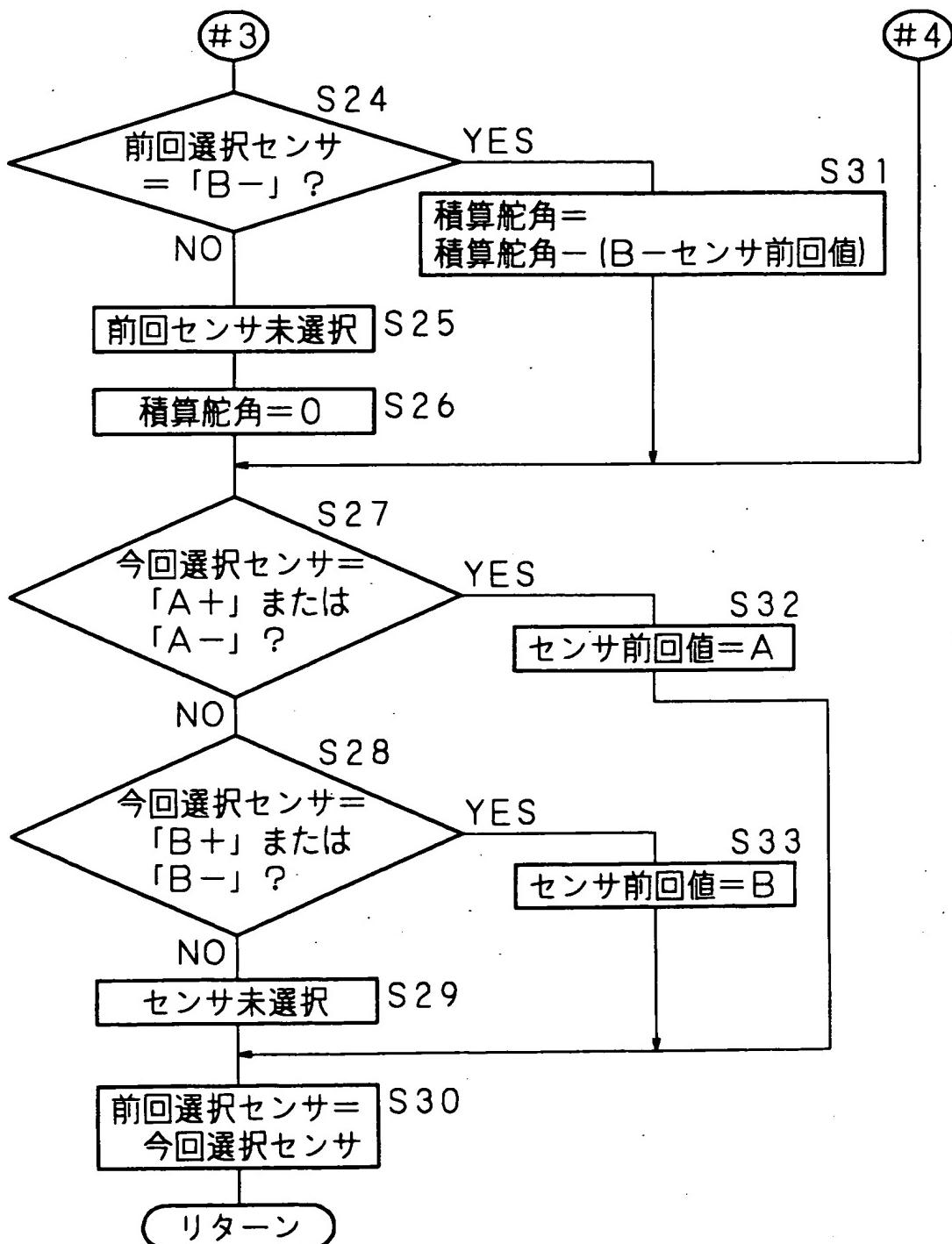
【図2】



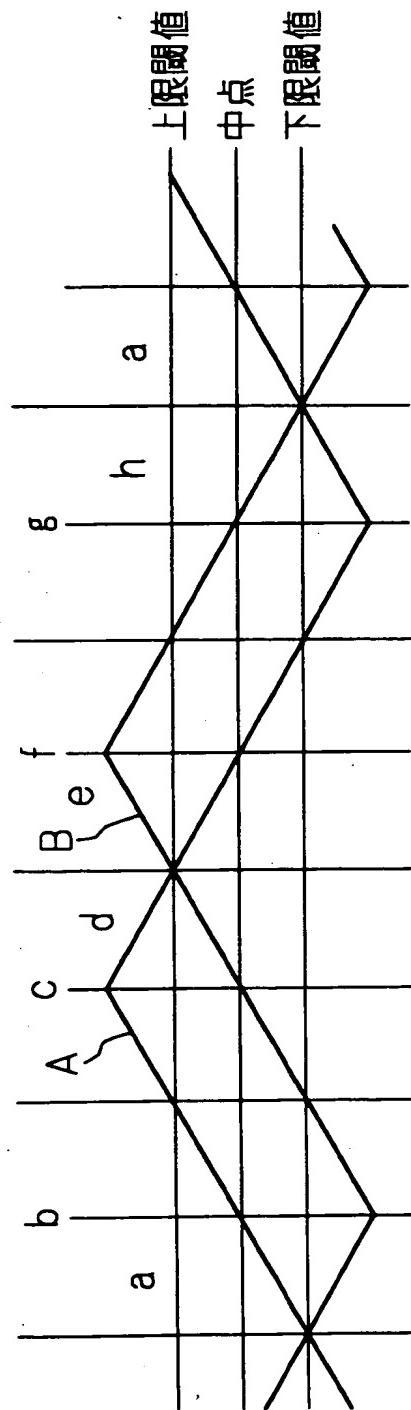
【図3】



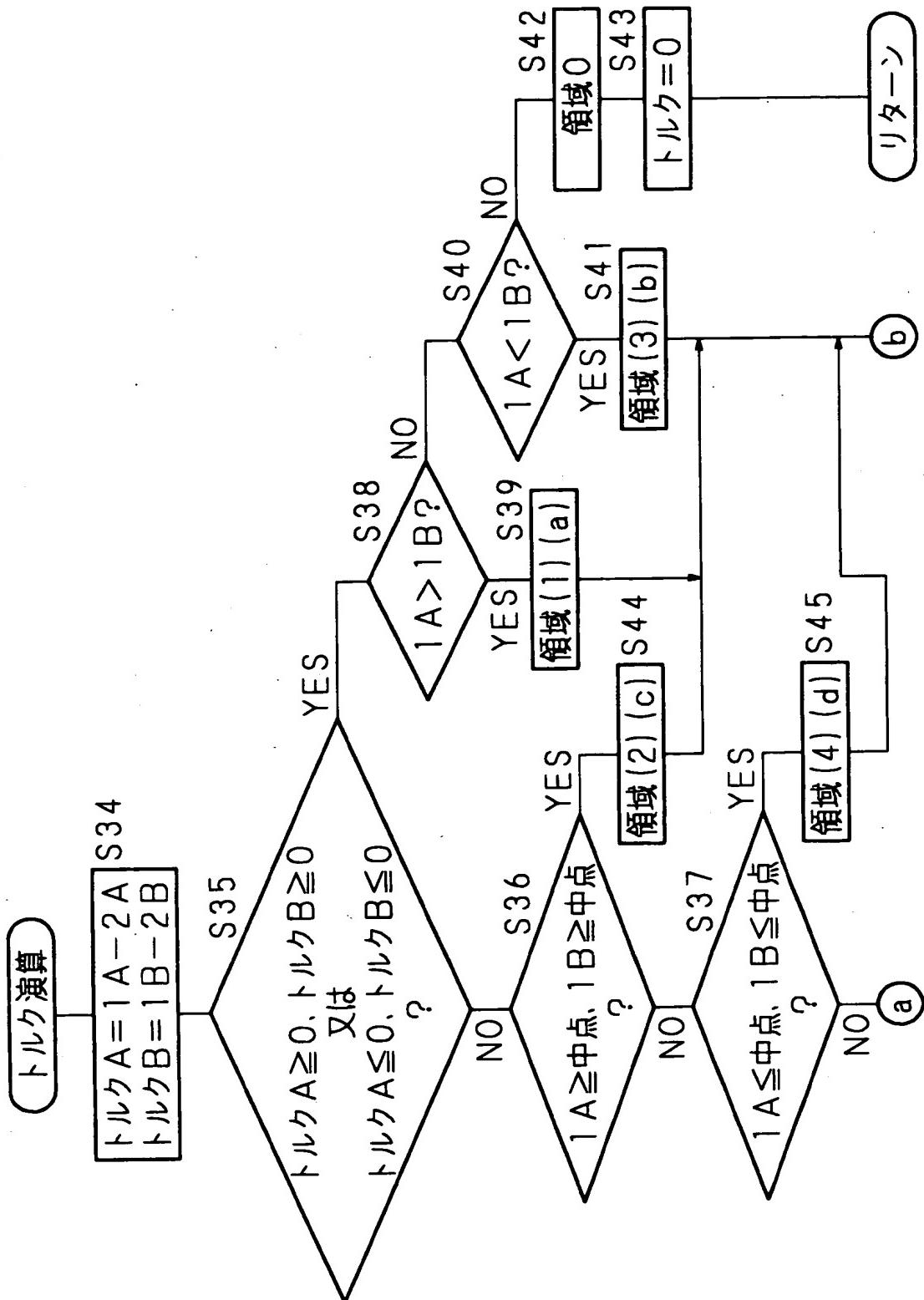
【図4】



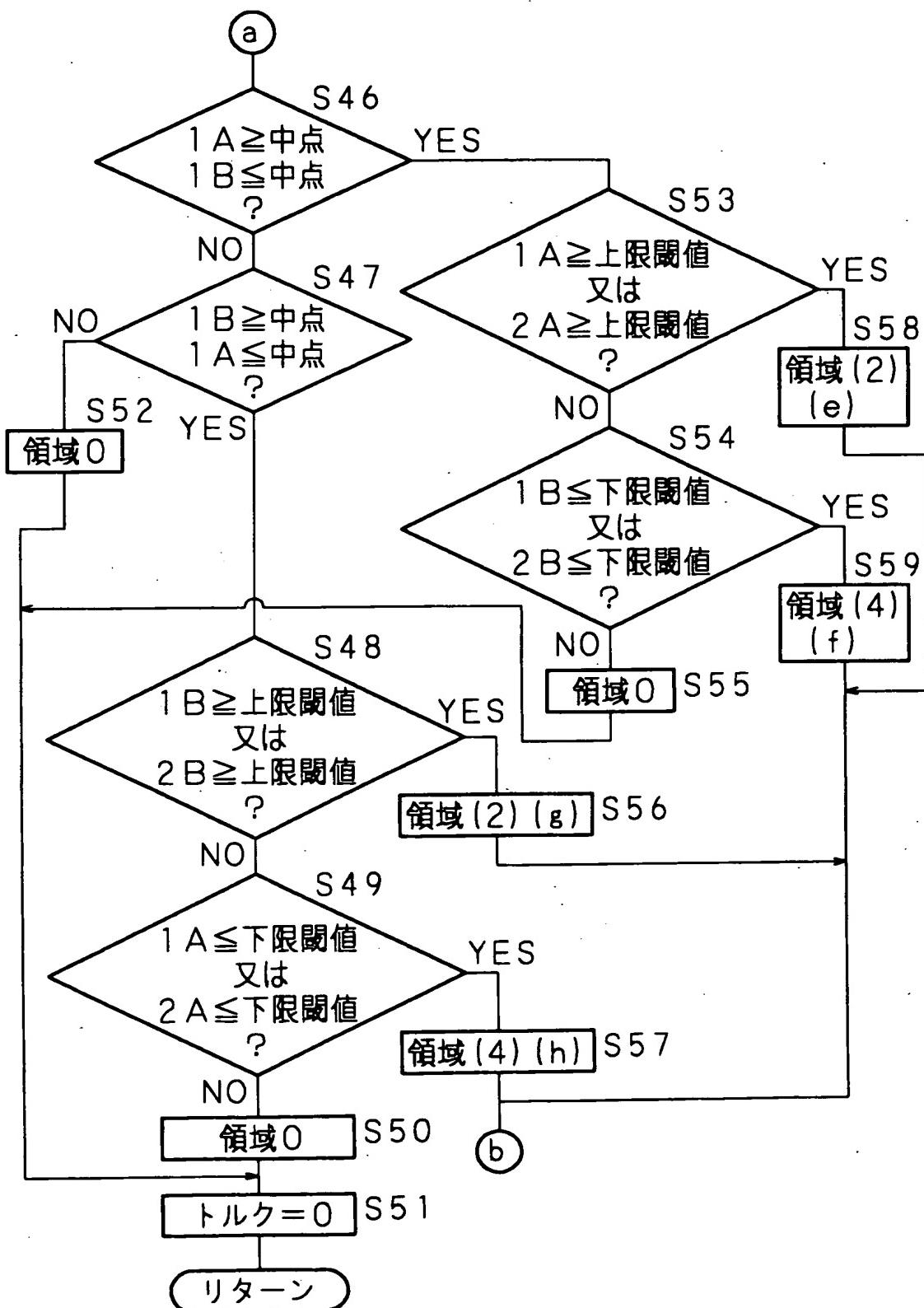
【図5】



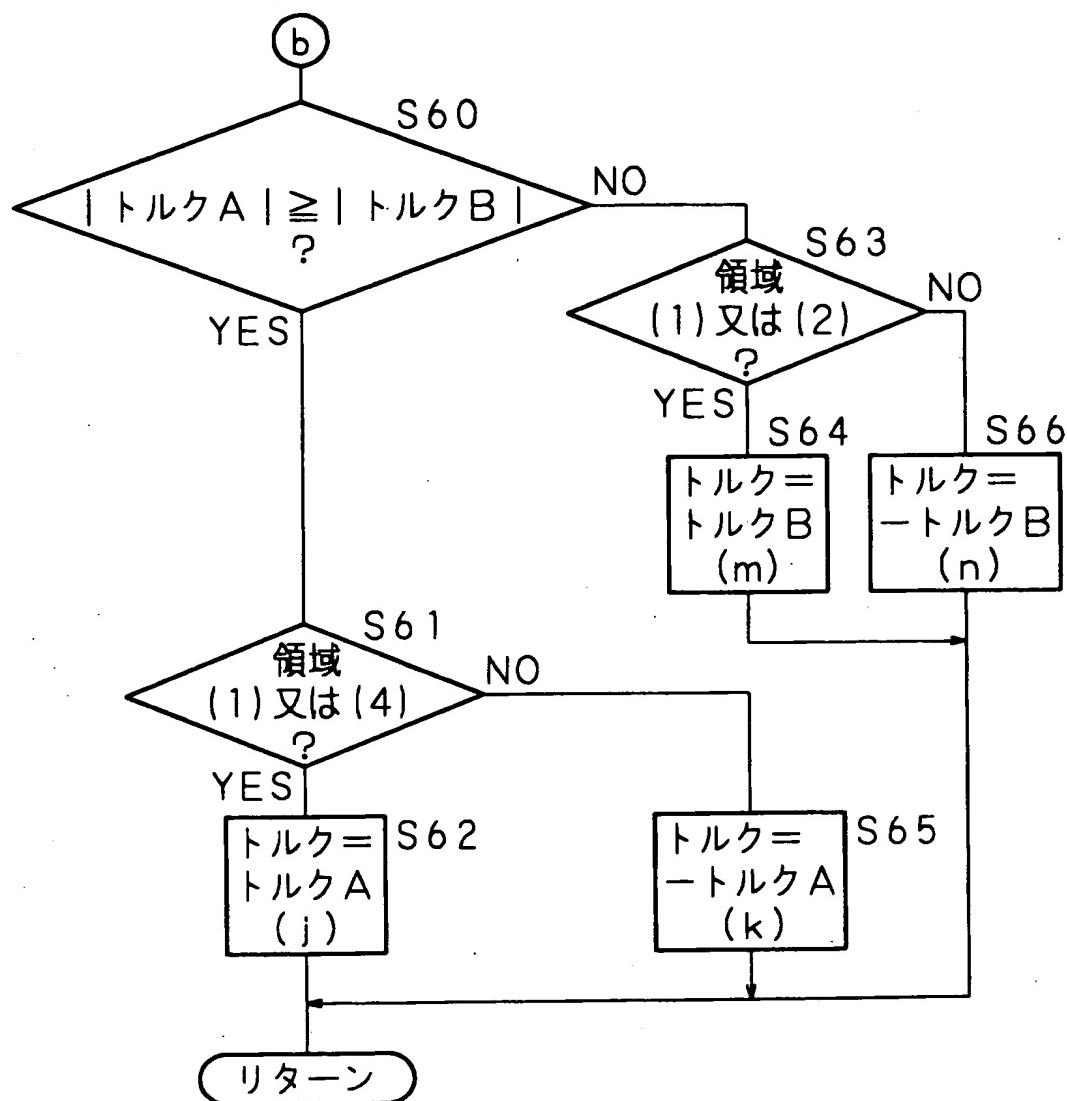
【図6】



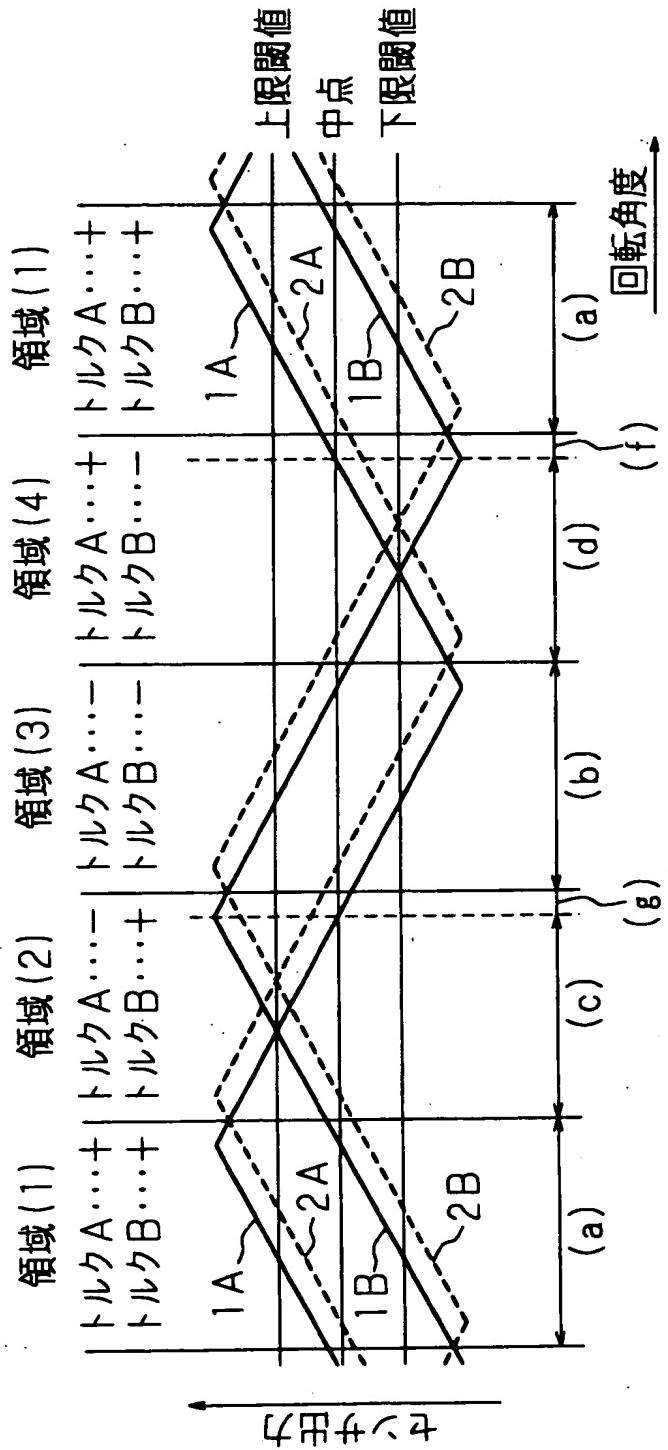
【図7】



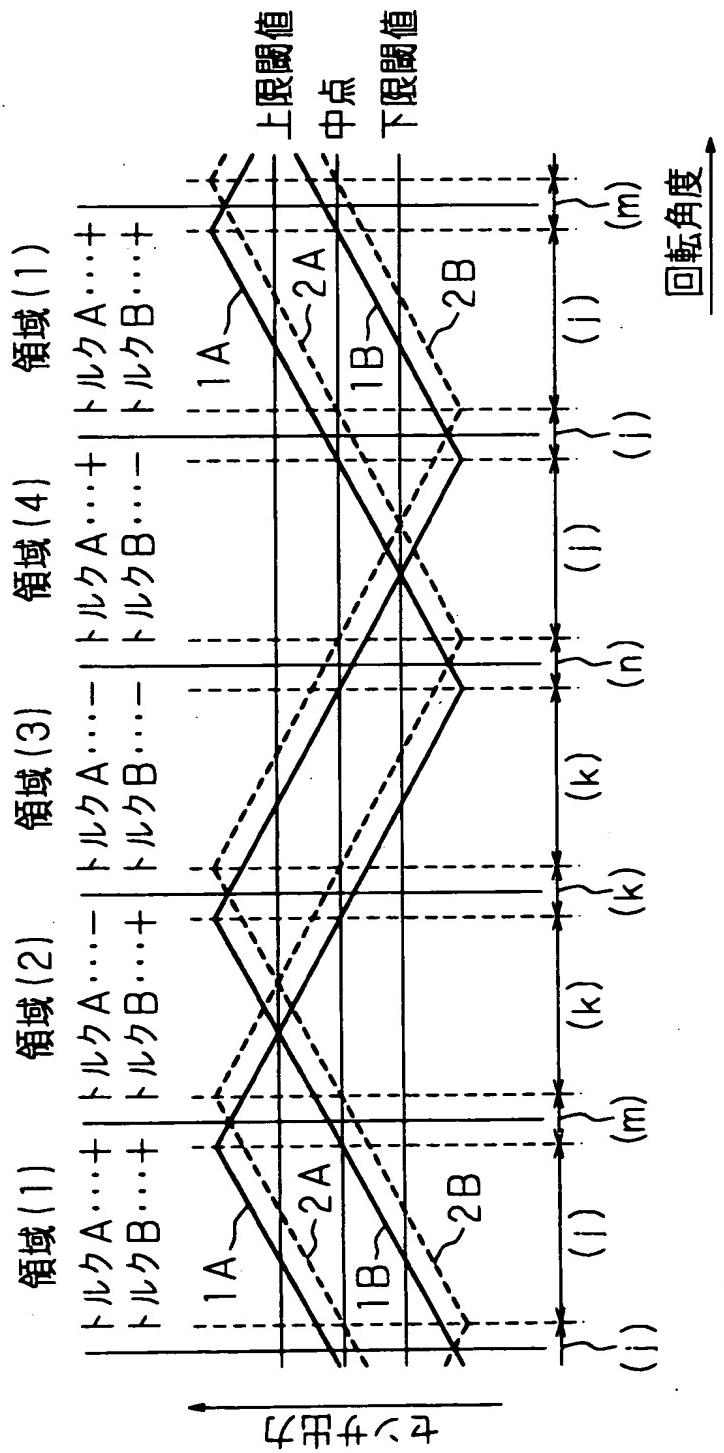
【図8】



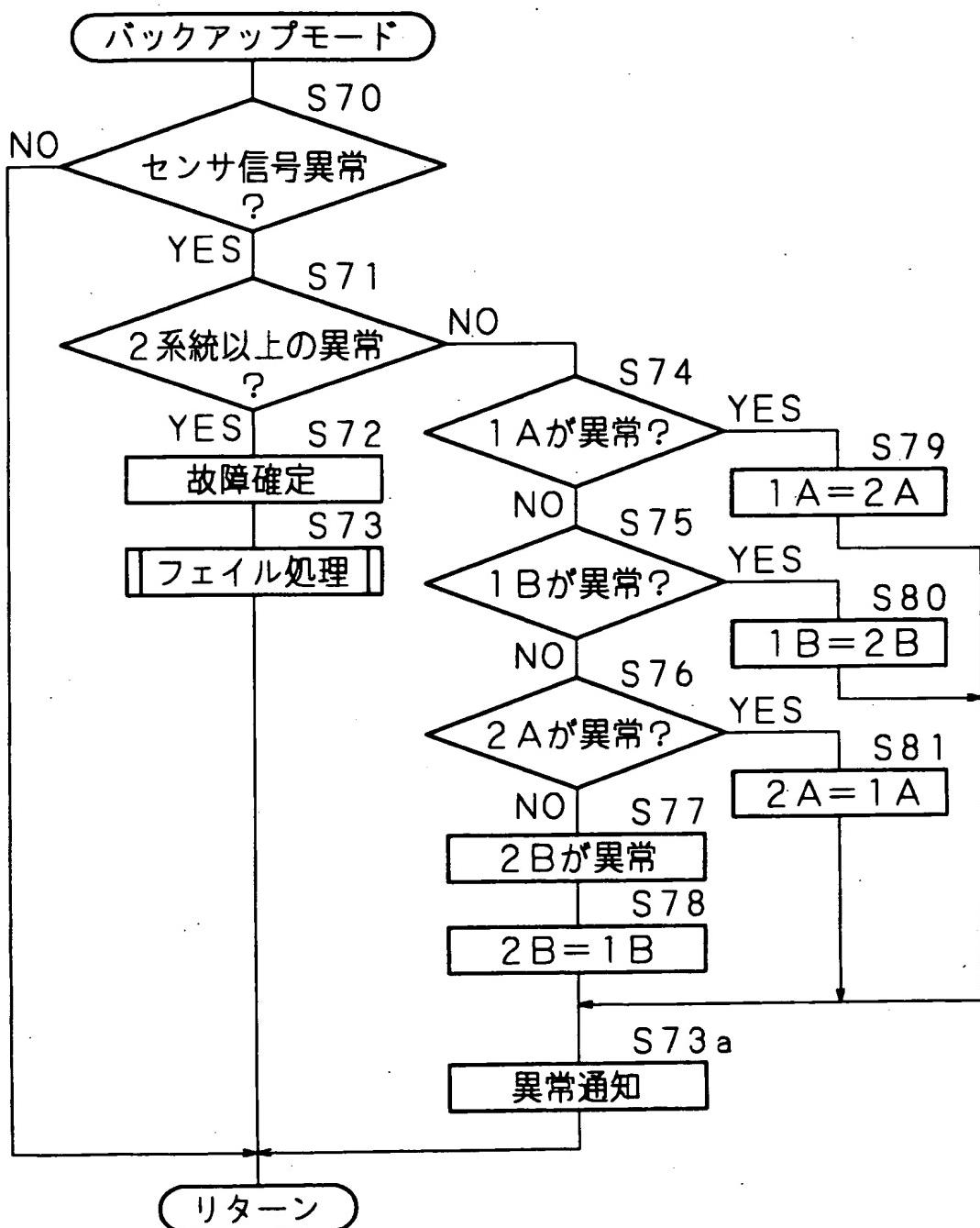
【図9】



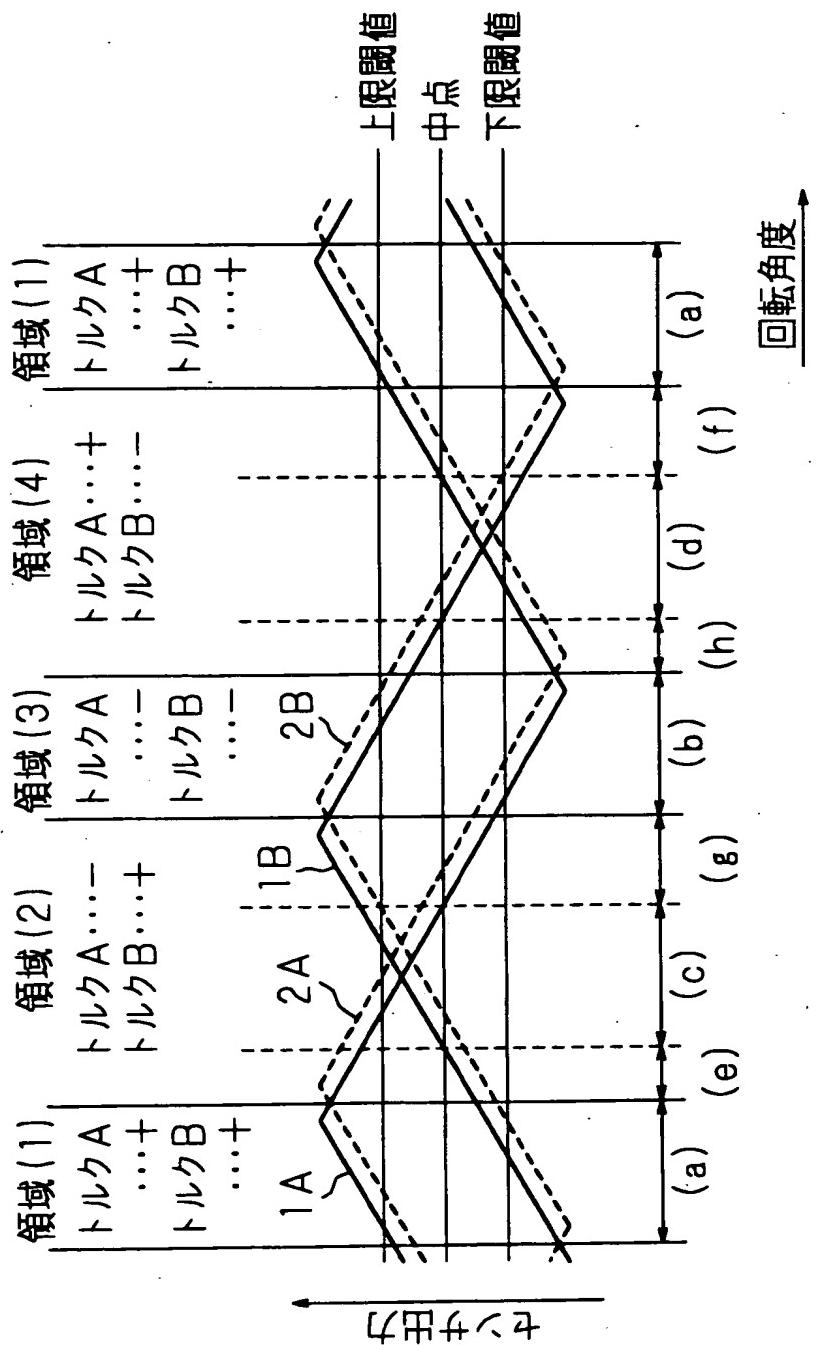
【図10】



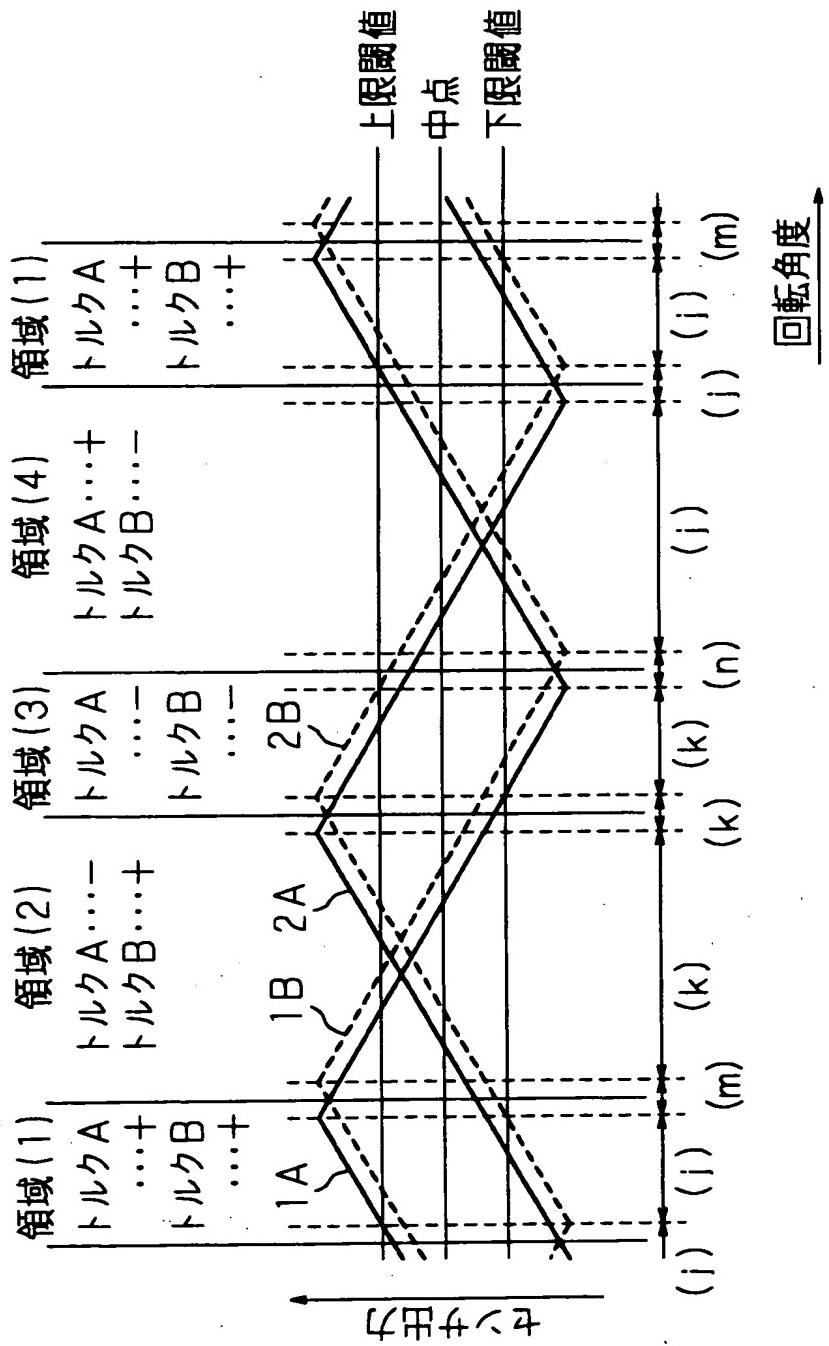
【図11】



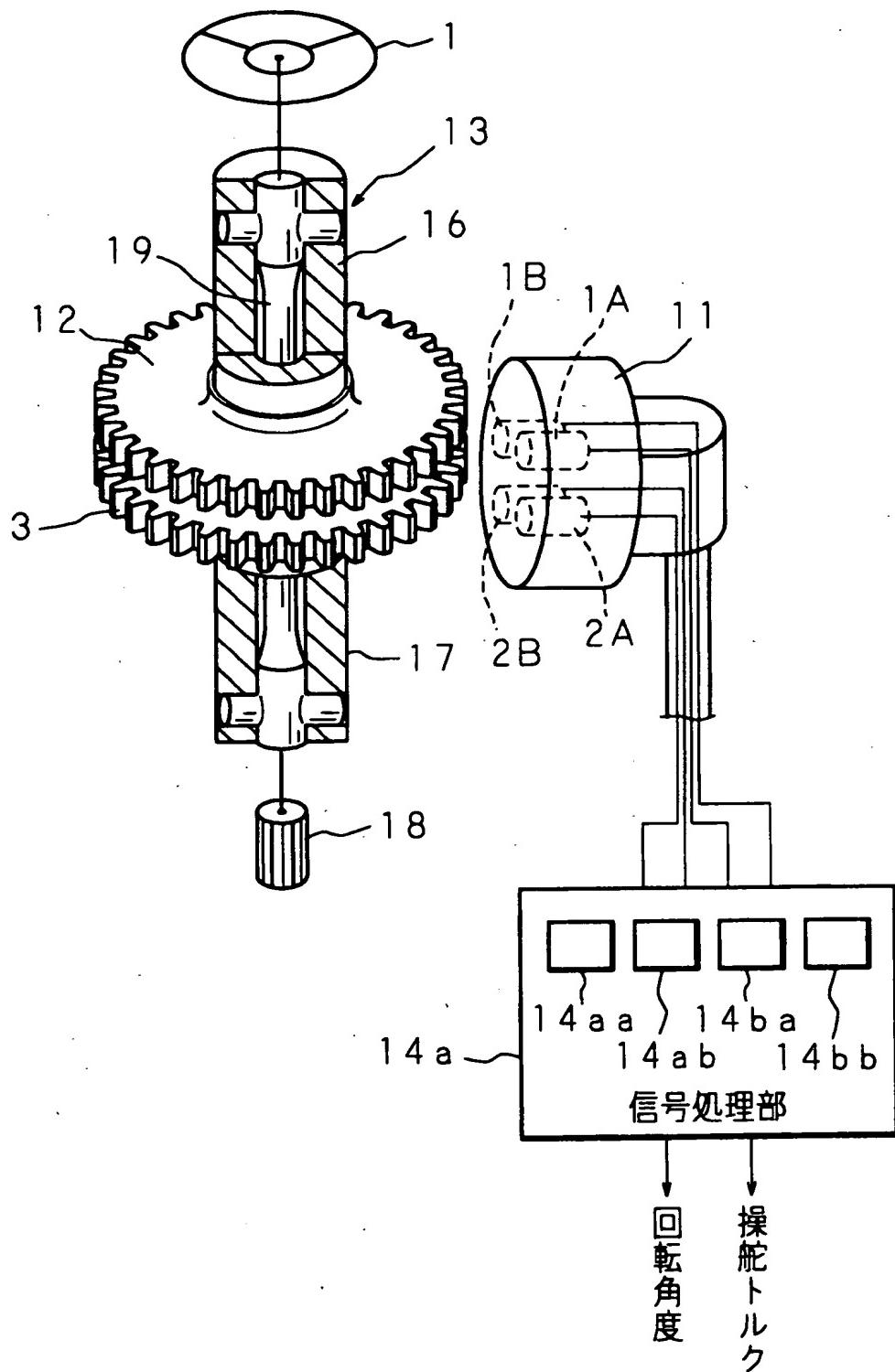
【図12】



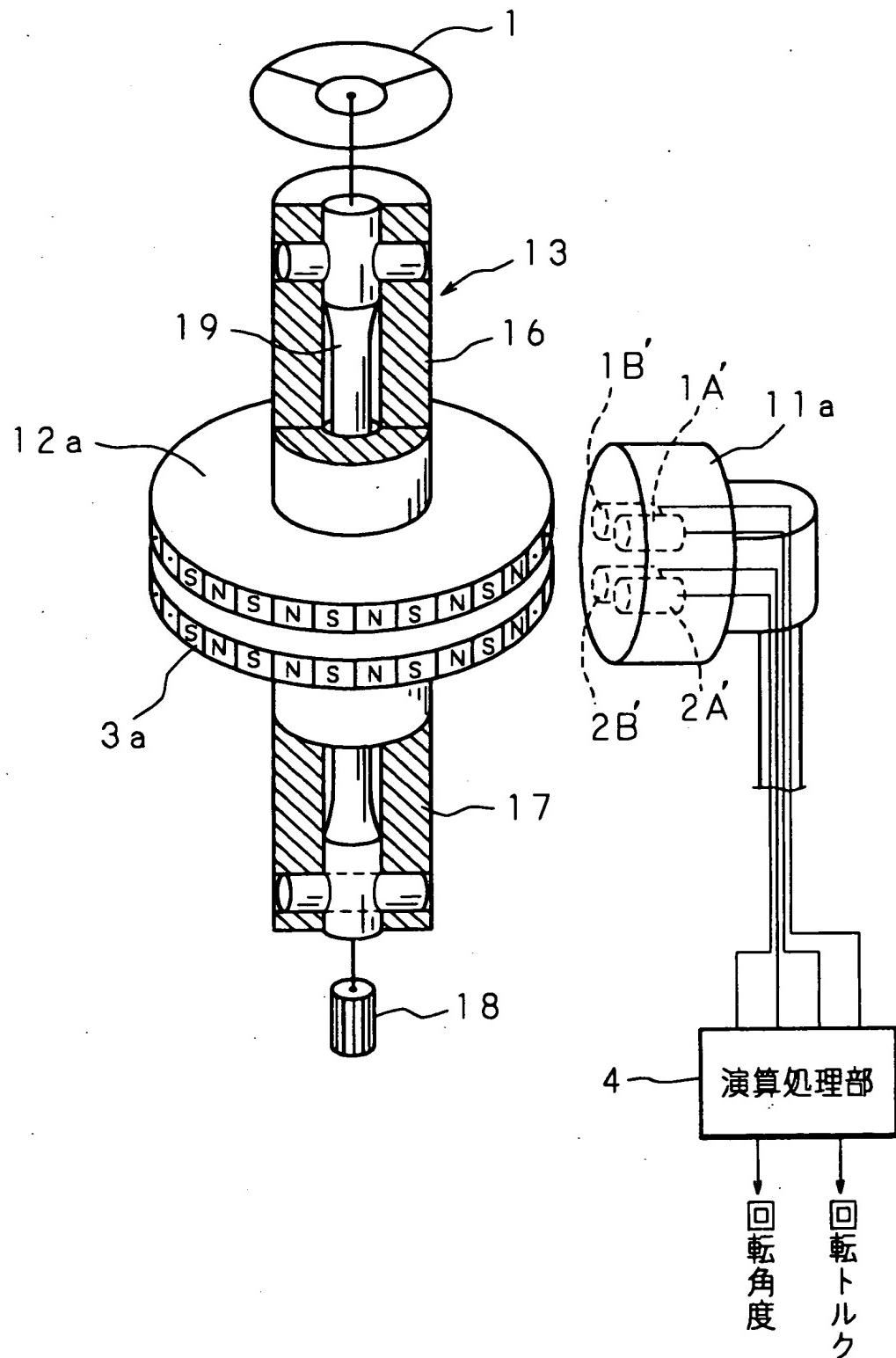
【図13】



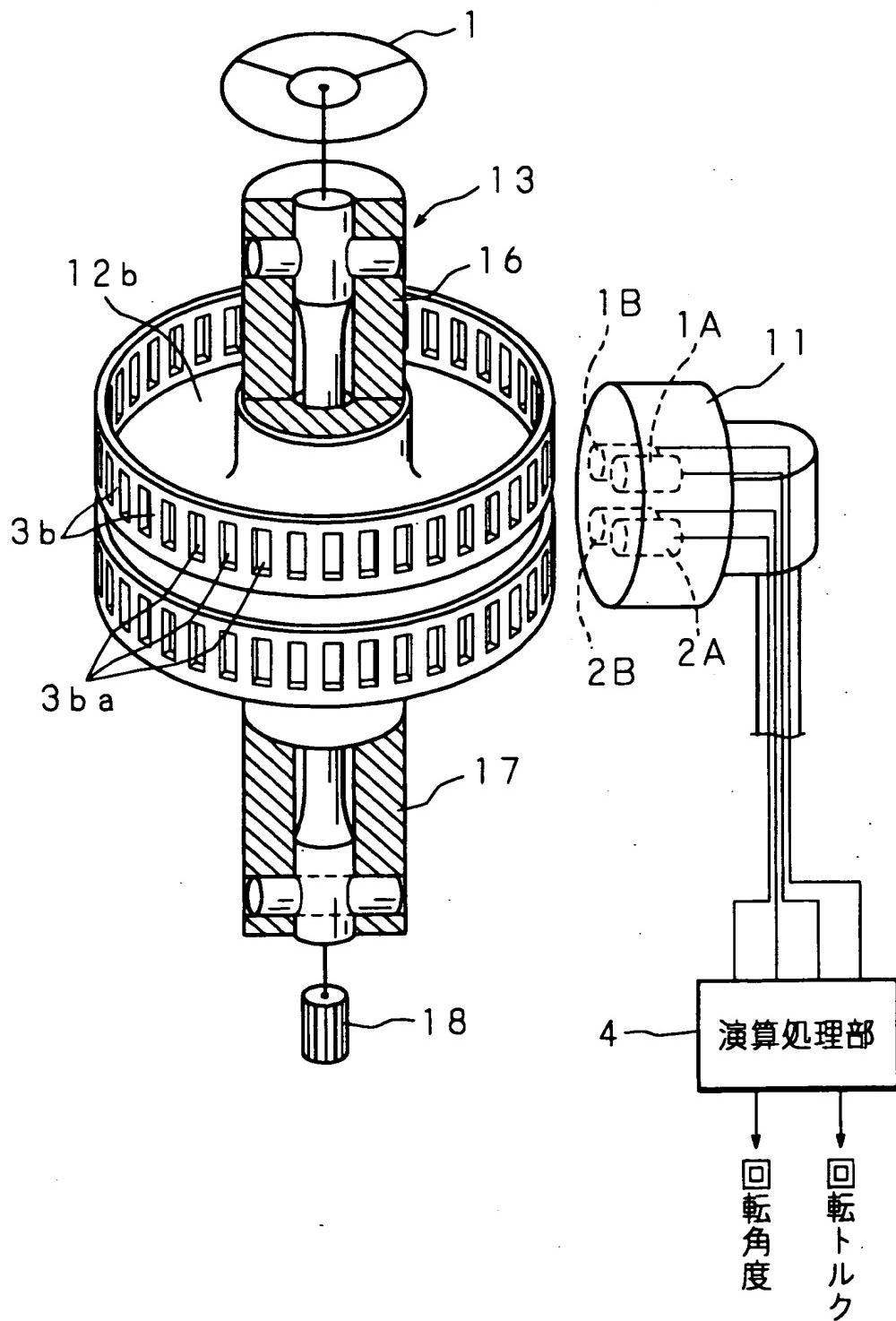
【図14】



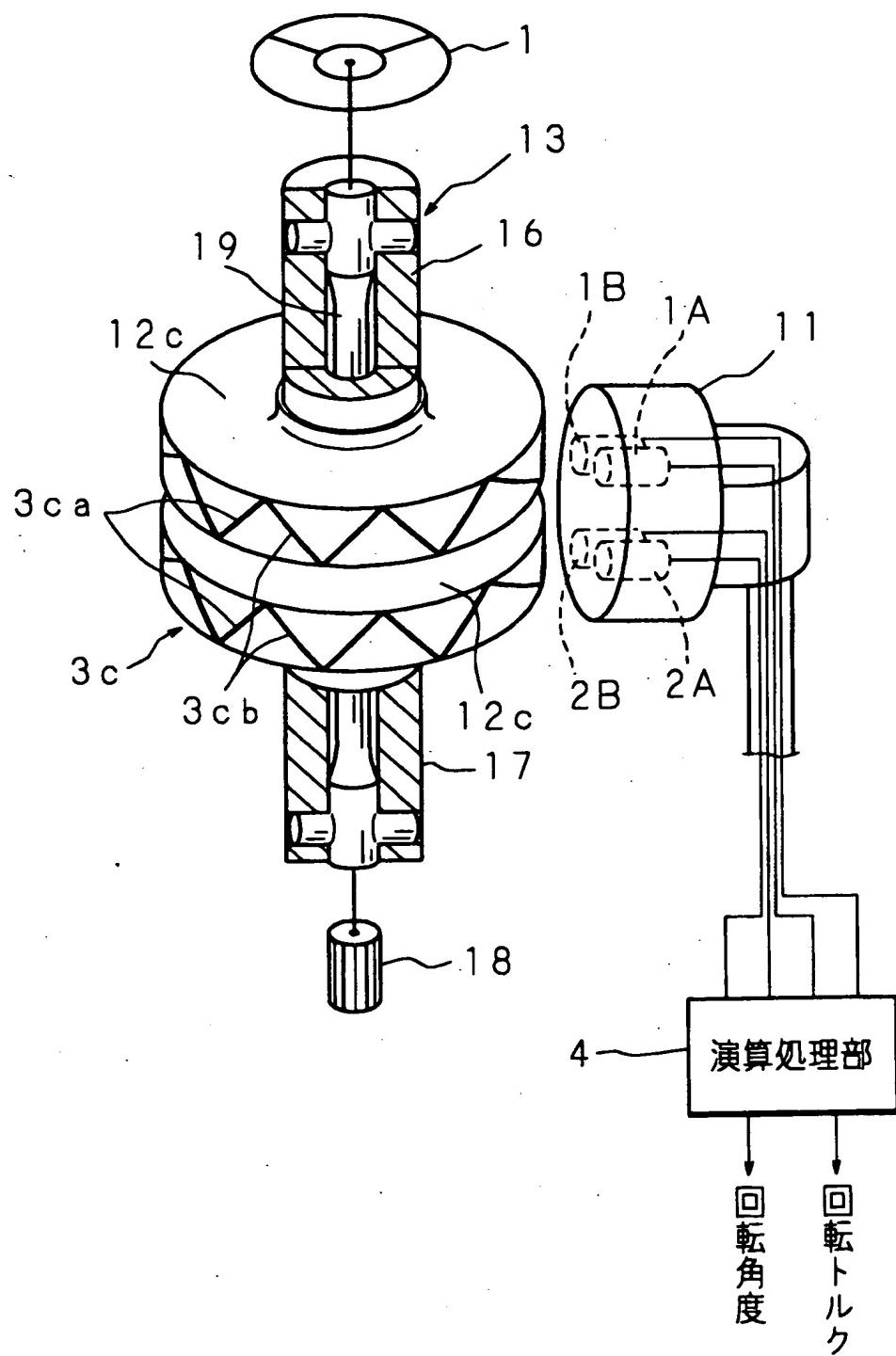
【図15】



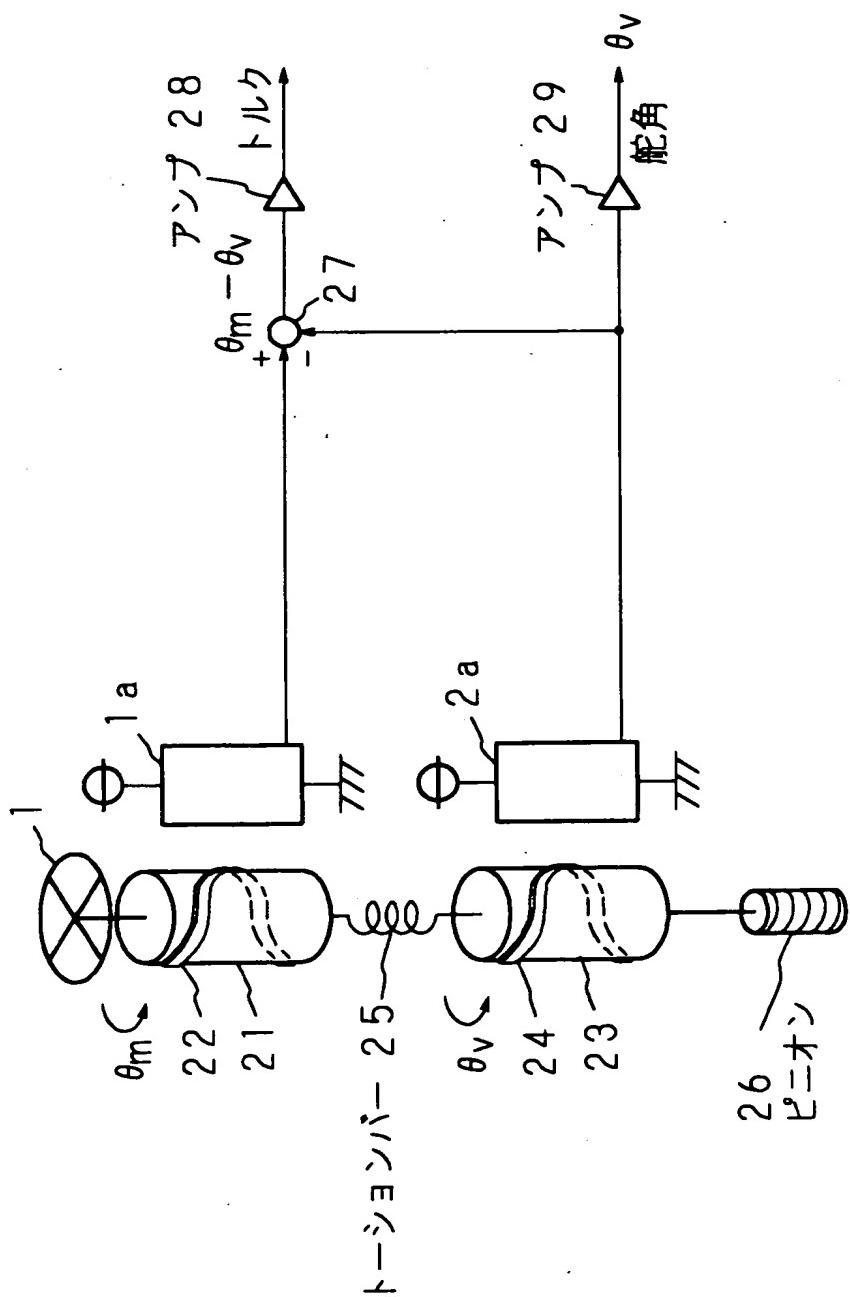
【図16】



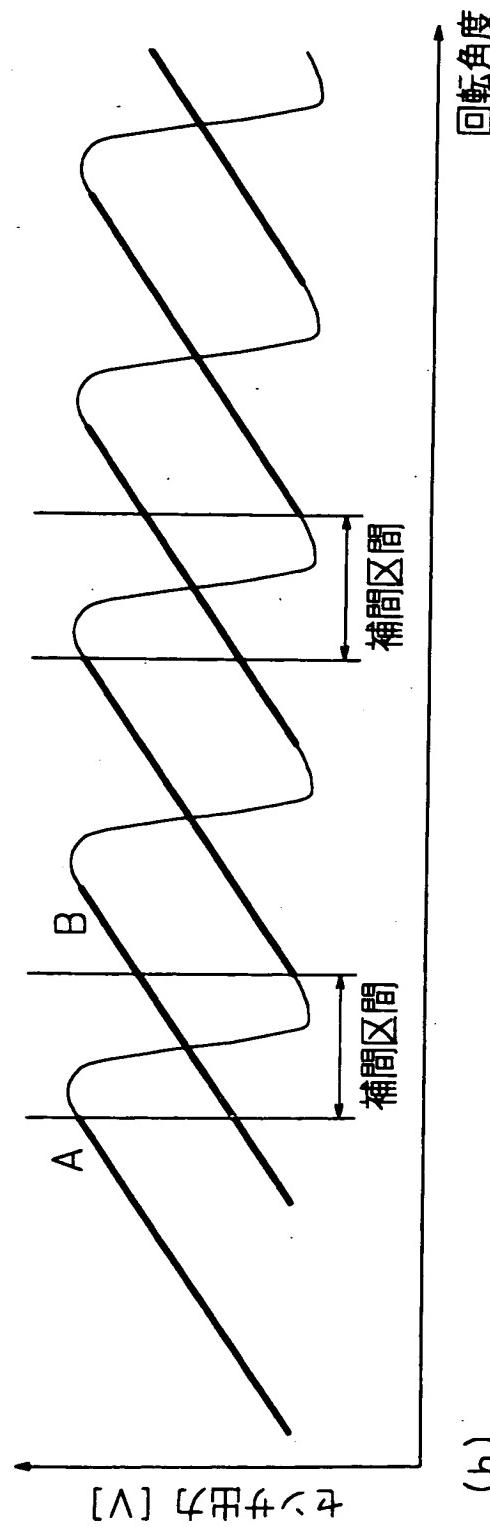
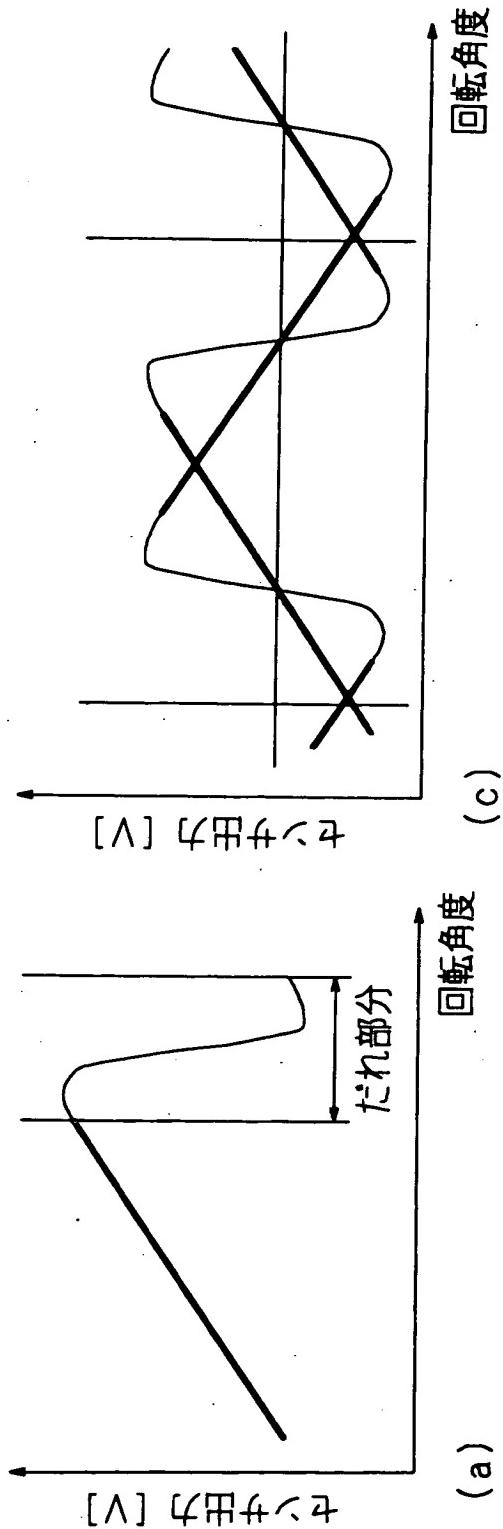
【図17】



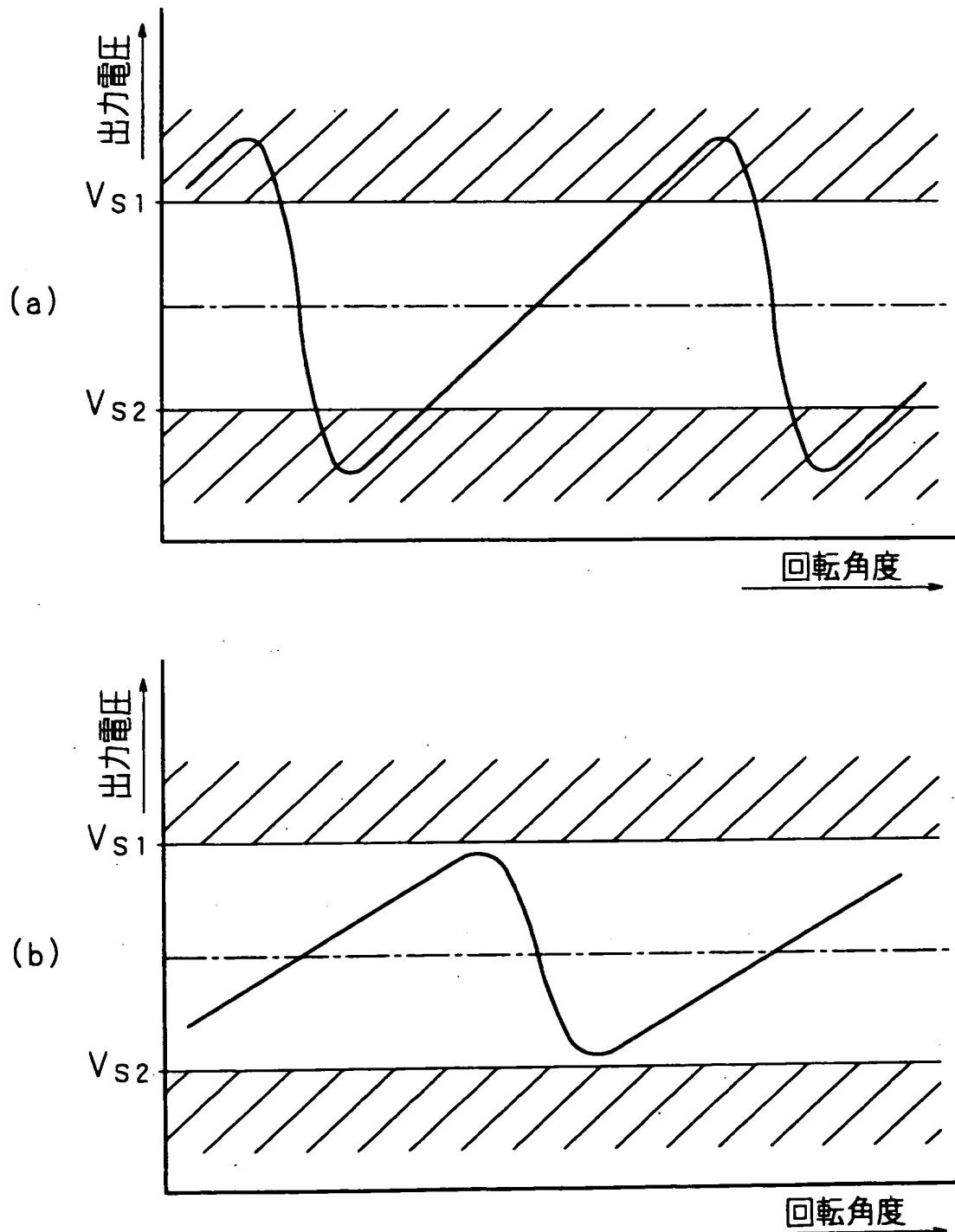
【図18】



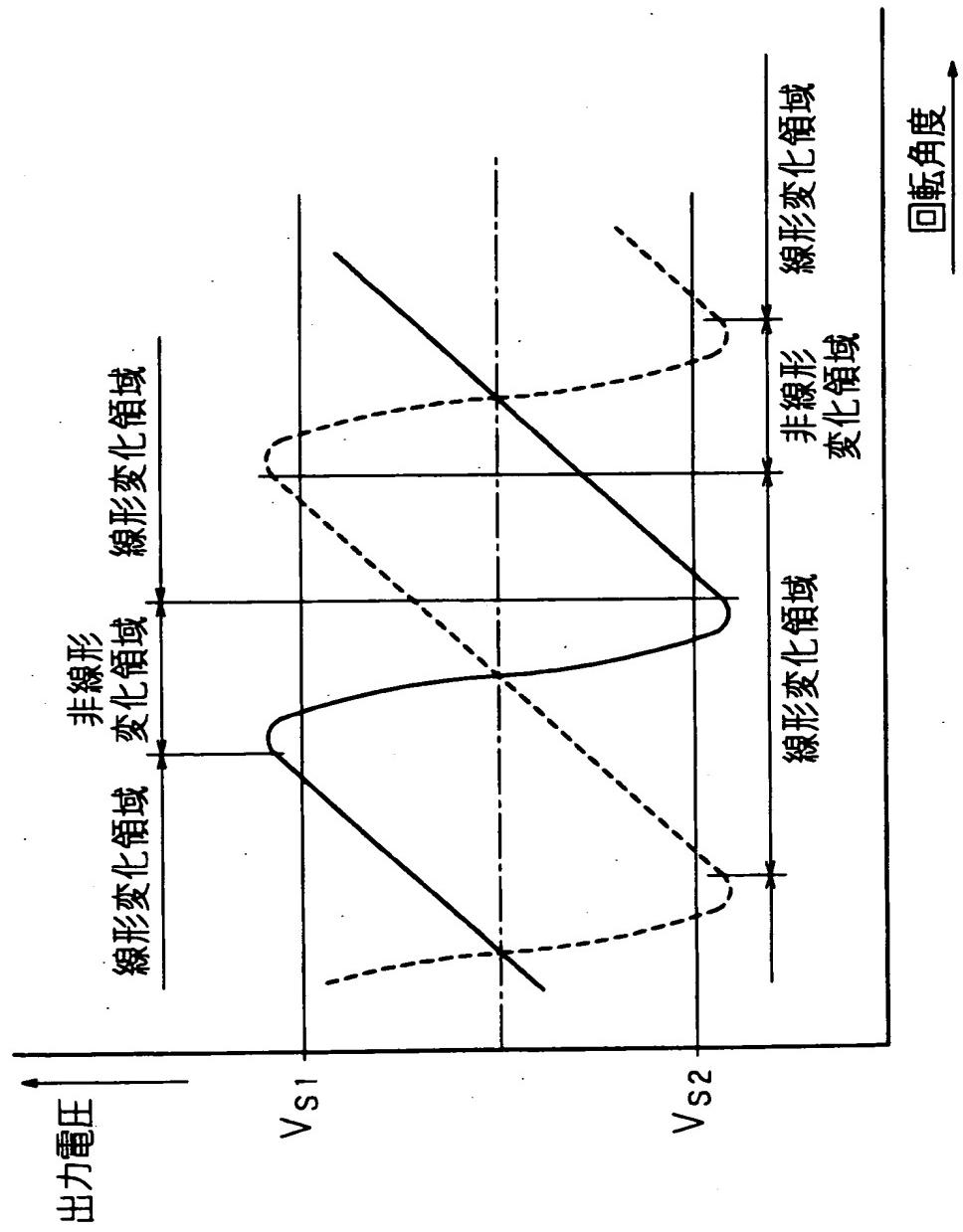
【図19】



【図20】



【図21】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 検出手段の検出信号の特性にだれ部分が存在しても、回転角度検出が可能であり、製造時の検出手段の検出信号の精度管理が容易な回転角度検出装置の提供。

【解決手段】 回転体12が回転するに従って、第1検出手段1Aが検出信号を出力すべく、1又は複数のターゲット3が回転体12に設けられ、第2検出手段1Bが、第1検出手段1Aと位相が異なる検出信号を出力し、第1検出手段1A及び第2検出手段1Bがそれぞれ出力した検出信号に基づき、回転体12の回転角度を検出する構成である。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000001247]

1. 変更年月日 1990年 8月24日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号

氏 名 光洋精工株式会社